المجلد 35
2
أكتوبر
ديسمبر

عالم الفكر

الجينوم



مجلة دورية محكَّمة تصدر عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت



مجلة فكرية محكّمة ، تهتم بنشر الدراسات والبحوث المتسمة بالأمانة النظرية والإسهام النقدي في مجالات الفكر المختلفة.

سعر النسخة

الكويت ودول الخليج العربي	دينار كويتي
الدول العربية	ما يعادل دولارا أمريكيا
خارج الوطن العربي	أربعة دولارات أمريكية

الاشتراكات

دولة الكويت

للأفراد	**6** د.ك
للمؤسسات	**12** د.ك

دول الخليج

للأفراد	**8** د.ك
للمؤسسات	**16** د.ك

الدول العربية

للأفراد	**10** دولارات أمريكية
للمؤسسات	**20** دولارا أمريكيا

خارج الوطن العربي

للأفراد	**20** دولارا أمريكيا
للمؤسسات	**40** دولارا أمريكيا

تسدد الاشتراكات مقدما بحوالة مصرفية باسم المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب مع مراعاة سداد عمولة البنك المحول عليه المبلغ في الكويت وترسل على العنوان التالي:

السيد الأمين العام

للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب

ص. ب: **23996** -الصفاة- الرمز البريدي **13100**

دولة الكويت

تصدر أربع مرات في السنة

عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب



العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

تم التنضيد والإخراج والتنفيذ

بوحدة الإنتاج في المجلس الوطني

للثقافة والفنون والآداب

الكويت

شارك في هذا العدد



د. وجدي عبد الفتاح سواحل
د. موسى الخلف
د. هاني رزق
د. تمام اللودعمي
د. مي صادق
د. إيهاب عبدالرحيم محمد
د. محمد عبدالحميد شاهين
د. نجيب الحصادي
أ. محمد الفتى

قواعد النشر بالمجلة

ترحب المجلة بمشاركة الكتاب المتخصصين وتقبل للنشر الدراسات والبحوث المتعمقة وفقا للقواعد التالية:

1 - أن يكون البحث مبتكرا أصيلا ولم يسبق نشره.

2 - أن يتبع البحث الأصول العلمية المتعارف عليها وبخاصة فيما يتعلق بالتوثيق والمصادر، مع إلحاق كشف المصادر والمراجع في نهاية البحث وتزويده بالصور والخرائط والرسوم اللازمة.

3 - يتراوح طول البحث أو الدراسة ما بين ١٢ ألف كلمة و١٦ ألف كلمة.

4 - تقبل المواد المقدمة للنشر من نسختين على الآلة الطابعة بالإضافة إلى القرص المرن، ولا ترد الأصول إلى أصحابها سواء نشرت أو لم تنشر.

5 - تخضع المواد المقدمة للنشر للتحكيم العلمي على نحو سري.

6 - البحوث والدراسات التي يقترح المحكمون إجراء تعديلات أو إضافات إليها تعاد إلى أصحابها لإجراء التعديلات المطلوبة قبل نشرها.

7 - تقدم المجلة مكافأة مالية عن البحوث والدراسات التي تقبل للنشر، وذلك وفقا لقواعد المكافآت الخاصة بالمجلة.

- المواد المنشورة في هذه المجلة تعبر عن رأي كاتبها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس

- ترسل البحوث والدراسات باسم الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
ص. ب: 23996 - الصفاة - الرمز البريدي 13100 دولة الكويت

المحتـــــوى

الجينوم



لم يكن يوم السادس والعشرين من مايو سنة ٢٠٠٠ يوما عاديا، فلقد أعلن فريق العلماء المسؤول عن مشروع الجينوم البشري الانتهاء من عمله بفك الشفرة الوراثية للإنسان، وأن الخريطة الوراثية للإنسان قد وُضعت أسسها، ومنذ ذلك اليوم لم يهدأ العلماء عن التحدث حول هذا الإنجاز، الذي ذهب البعض إلى أنه يفوق إنجاز الوصول إلى القمر، أو كما وصف بأنه ثورة.

منذ العقد السابع من القرن الماضي اتجهت أنظار العلماء وفلاسفة العلم إلى أن البشرية بصدد أن تعيش ثورة في مجال الاتصال ونقل المعلومات، فلقد اتجهت الجامعات ومراكز الأبحاث ورؤوس الأموال إلى الاهتمام بتقنيات الاتصال ونقل المعلومات، حتى بات التقدم الذي أنجز في هذا المجال إعلانا لقدوم عصر جديد هو عصر الاتصال ونقل المعلومات. وما إن ولجنا العقد الأخير من القرن الماضي حتى تشكلت بواكير عصر المعلومات، فأصبحت الأغلبية تطلق على هذا العصر عصر المعلوماتية، لكن عددا قليلا من المتخصصين فجَّروا المفاجأة ليخرجوا للعالم بعبارة بسيطة: عفوا إنه عصر الجينوم!

لن نبالغ إذا قلنا إن تقنية الجينوم باتت توصف بأنها أعظم ثورة في تاريخ البشرية، وإن نظرتنا إلى الحياة ستتغير بكل تأكيد؛ مسلمات كثيرة ستهتز، وسنشهد تحقق أحلام أدباء الخيال العلمي، إذ يتوقع العلماء أن المستشفيات بصورتها الحالية ستصبح في القريب متحفا للأجيال القادمة للتعرف على طرق الاستشفاء قديما، وأن ثمرة التفاح ستصبح لقاحا للأطفال، وستختفي الأوبئة من المحاصيل الزراعية من دون الإضرار بالبيئة، جراء استعمال المبيدات الحشرية...، وستحل الكثير من المشكلات البيئية التي تشكل تهديدا للحياة على كوكب الأرض. هذا التقدم كفيل بأن يقفز بالرفاهية والسعادة البشرية إلى مستويات غير مسبوقة.

وعلى الرغم من هذه الصورة الوردية التي يرسمها العلماء للعصر الجينومي القادم، فإن هذا التقدم الموعود لن يخلو من الآثار الجانبية التي قد تكون بحجم الإنجاز الذي تحقق، فالتاريخ يعلمنا أن الثورات العلمية ونتائجها الإيجابية لا تكون بعيدة عن الاستعمال السيئ، ولعل الآثار البيئية للثورة الصناعية، والاستخدامات المدمرة

للطاقة النووية توضحان مخاوف العلماء. ونشهد اليوم ونحن على عتبة العصر الجينومي بواكير هذه الأزمات، فقد لاحت الإشكاليات والتعقيدات على الصعيدين الديني والأخلاقي، بدءا من التدخل في الخريطة الوراثية للإنسان وباقي الكائنات، وصولا إلى الإشكالية الكبرى، وهي «الاستنساخ البشري».

هذه الحقائق تفرض نفسها كأسئلة لا تقبل التأجيل، وقضية تضع البشرية أمام مسؤوليات خطيرة تمس بقاء الإنسان والحياة نفسها.

في خضم هذا التسارع والتطور الملحوظ في مجال علم الوراثة والجينات رأت مجلة «عالم الفكر» أن تخصص هذا العدد لنقاش هذه القضية، بحيث يشمل مجموعة من الدراسات التي تحاول أن تتناولها من كل زواياها العلمية والأخلاقية والفلسفية والقانونية والتشريعية، آملين أن يكون محور هذا العدد قد ساهم في الإجابة عن التساؤلات التي يثيرها العصر الجينومي أكثر مما طرح من أسئلة.

رئيس التحرير

مقال تمهيدي

البحث عن الكمال البشري

بقلم: د. مصطفى معرفي (*)

لم يدر بخلد الصبية ذات التسعة عشر ربيعا أن اشتراكها في مسابقة للمواهب الأدبية الشابة، تحت رعاية شاعر إنجلترا بايرون سيفسن، سيجعل لها مكانة مرموقة في عالم الأدب. ولم تحلم شيللي ماري ولستون كرافت أن رواية الرعب التي كتبتها ستكون أكثر الروايات إنتاجا في السينما، خصوصا أن فن السينما لم يكن قد اكتشف بعد، فالحدث الكبير وقع عام ١٨١٦، ضمن مسابقة للمواهب الأدبية الشابة في الجزر البريطانية وتوابعها، وكان وراعي المسابقة ورئيس لجنة حكامها هو الشاعر بايرون.

رواية فرانكنشتين تحكي قصة طبيب ألمعي أو معتوه أو الاثنين معا، يحسم طريقة لإعادة الحياة إلى شخص محكوم عليه بالإعدام. وحتى يقضي الطبيب على نزعة الشر في إنسان تجربته يقوم بزرع دماغ شخص طيب السريرة في جسد المجرم العاتي، كما يستبدل ببعض أعضائه التالفة بعد إعدامه أعضاء أخرى لأناس آخرين حفظها في مواد كيميائية حافظة. وبعد عملية الزراعة وصل الدكتور فرانكنشتين إنسان التجربة بآلته الجديدة لتسري شرارة كهربائية عالية في دماغه، تنتج عنها بعد عدة محاولات إعادة الحياة إلى الشخص الميت. بيد أن الأمور لم تأخذ المنحى الذي أراده العالم العبقري، فالمخلوق الجديد أتى مسخا في عدة أوجه، أهمها نزعته التدميرية الهائلة، وقوته الجسدية الكبيرة، فكان الأمر وبالا على المجتمع المحيط بأسره. ولعل العبرة الرئيسية في الرواية هي أن التلاعب في سنن الله في خلقه يؤدي إلى نتائج غير محمودة العواقب، وصولا إلى تدمير مقومات الحياة على هذه البسيطة وفناء البشر.

ولا شك في أن حلم الوصول إلى الكمال بشتى أشكاله داعب الإنسان منذ أن نشأت المجتمعات الزراعية وانبثقت الحضارات الكبرى منها. فالكمال في الحضارات الصينية والهندية القديمة تمثل في الحكمة والعقل، فأتت أدبياتها شاهدة على ذلك. وفي نظر الإغريق مثلت القوة الجسدية قمة من قمم الكمال، فجاءت إلياذة هوميروس تعبر عن ملحمة الصراع بين آلهتهم الأقوياء، كل في مجاله. أما الرومان فقد وجدوا الجمال في التناسق في الجسم البشري؛ فانتشرت تماثيلهم آية دالة على هذا الفهم، وشاهدا عبر العصور على سعي الإنسان نحو الكمال. ولا يختلف بشر العصر الحديث عن أسلافهم في شيء، بما في ذلك البحث عن الكمال البشري، وإن اختلفت التقانات وتبدلت المفاهيم وتغيرت المعايير الأخلاقية والفلسفية. فهذا فرانسيس جالتون يضع في نهاية القرن التاسع عشر نظرية اجتماعية عرفت بـ«اليوجينا»، أساسها أن الصفات

(*) أستاذ في كلية العلوم - جامعة الكويت.

البشرية الجسدية والعقلية صفات موروثة، وبذلك فإن من واجب الحكومات تطهير المجتمع من الصفات غير المرغوبة، من خلال تعقيم الأنسال الحاملة لهذه الصفات، ولم يكن أدولف هتلر إلا تلميذا مخلصا لجالتون في حملته لتطهير الأرض من الأعراق المتدنية.

إن مشروع الجينوم البشري وغيره يتفق من ناحية الهدف مع مفهوم اليوجينا الشوفيني، بيد أنه يختلف اختلافا بينا عنه في القيم التي يرتكز عليها، والمفاهيم التي يستند إليها، فالهدف من مشروع الجينوم هو تحسين ظروف الحياة للبشر قاطبة، والتخلص قدر الإمكان من الأمراض والأوبئة وتحسين السلالات، بشرا وغيرهم، دون تمييز في الأعراق أو اجتثاث بعضها. ومن هذا المنظور يمكن لمشروع الجينوم أن يأخذ منحى إنسانيا لو أحسن استخدامه، كما يمكن له أن يُخَلَّق مسخ فرانكنشتين جديد لتتحقق بذلك كوابيس ولستون كرافت.

قصة الجينوم ليست قصة في أدب الخيال العلمي، كما أنها ليست رواية حديثة، لكنها تعبر عن حلم الإنسان الأزلي لفهم نفسه والكائنات من حوله، واستنباط السنن الربانية التي أودعت في الخلق. وبتعريف مختصر مباشر يُعَبِّر مصطلح الجينوم عن منظومة المعلومات المستودعة في الكائن الحي، التي تشكل مجموع وحدات المعلومات الوظيفية الوراثية المشفرة والمخزونة في حزم DNA. وتحدد هذه الخارطة المعلوماتية الصفات الجسدية للكائن ونمو هذه الصفات وتطورها، بما في ذلك الأمراض التي يمكن أن يتعرض لها الكائن خلال حياته. علاوة على ذلك تحدد هذه الخارطة الأطر العامة لتصرفات الكائن (بمعزل عن البيئة) ودرجة ذكائه (انظر مقالة الدكتور موسى خلف). وأساس هذه الخارطة هو جزيء DNA الذي اكتشفه واتسون وكريك عام ١٩٥٣ والذي يأخذ شكلا حلزونيا مزدوجا تترابط جزيئاته بروابط كيميائية، وينقسم الهيكل إلى شريطين حلزونيين متماثلين، جزيء DNA (الحمض النووي الديوكسي الرايبوزي)، وهو يمثل حجر الأساس في عملية النمو من خلال الاستنساخ الطبيعي له، ويشكل القاعدة الرئيسية لجميع صور الحياة على الأرض. فالبكتيريا والفطريات والحشائش، وكذلك الإنسان، كلها موجودات بنيت بحسب مواصفات دقيقة مكتوبة في جينات الكروموسومات بلغة، وهي بذلك تحمل جزيئات DNA، مخطط الكائن الحي.

مفتاح شيفرة الخلق إذن هو الجين الذي يحدد صفات الكائن الحي الجسدية وغيرها، وبالطبع تختلف جينات الكائنات عن بعضها ليتشكل هذا التنوع الكبير في أنواعها.

وكل جزيء DNA مبني على شكل سلم حلزوني مزدوج، يتكون جانباه من جزيئات السكر والفوسفات، التي ترتبط كيميائيا بروابط عرضية من القواعد النيتروجينية على طول الشكل الحلزوني، وتمثل هذه الروابط درجات السلم الحلزوني. وتأتي القواعد النيتروجينية على أربعة أشكال فقط، اصطلح على تسميتها بالرموز A, T, C, G، وتتحدد صفات الكائن الحي بكيفية ترتيب القواعد النيتروجينية الأربع، وتكرار هذا الترتيب على السلم الحلزوني المزدوج

لجزيء DNA. ومن هذا المنظور يمكن تعريف الكائن بأنه كتاب مكتوب بلغة أبجديتها أربعة حروف فقط، يمثل كل حرف منها شكلا من أشكال القواعد النيتروجينية، ويجب التذكير بأن أبجدية اللغة هذه واحدة لجميع الكائنات الحية، بدءا من الكائنات وحيدة الخلية، مرورا بعالمي النبات والحيوان، وانتهاء بالإنسان، لكن مجلد الحياة للكائنات وحيدة الخلية أبسط من مجلدات حياة الكائنات الأخرى، وأكثرها تعقيدا وسماكة مجلد حياة الإنسان. مخطط حياة الكائن وحيد الخلية يشبه كتابا بسيطا للأطفال مقارنة مع مخطط حياة الإنسان، الذي يماثل موسوعة كاملة في هذه المقارنة.

وقد يبدو غريبا للوهلة الأولى أن التنوع الكبير في أشكال الحياة يستند إلى لغة قوامها حروف أربعة فقط، لكن بقي أن نتذكر أن إنجازات الحاسبات الحديثة تستند إلى لغة ذات عنصرين فقط، وبذلك فإن إمكانات لغة DNA تزيد أضعافا مضاعفة عن إمكانات لغة الحاسب الآلي. ولكي نقرب الصورة إلى الأذهان، لو تصورنا كتابة الشيفرة الوراثية بلغة الحساب الثنائي لوجدنا أن عدد المعلومات التي يحملها الكروموسوم الواحد يساوي ضعفي عدد أزواج القواعد النيتروجينية الموجودة في السلم الحلزوني المزدوج لشكل DNA. أما باستخدام لغة الحروف الأربعة فإن عدد المعلومات على الكروموسوم الواحد يرتفع إلى أربعة أضعاف عدد أزواج القواعد النيتروجينية. كما أن كل كروموسوم يحتوي على خمسة آلاف مليون زوج من القواعد النيتروجينية، علاوة على أن الخلية الواحدة للإنسان تحتوي على ستة وأربعين كروموسوما. وإذا حسبنا الكلمات التي يمكن كتابتها على الكروموسوم الواحد وجدنا أنها تبلغ عشرين ألف مليون كلمة، تشكل بمجموعها قصة حياة إنسان ما، محددة صفاته الجسدية والنفسية والعقلية والعاطفية.

في رائعة «وحوش عدن» يقرِّب كارل ساجان مفهوم الشيفرة الوراثية إلى الأذهان من خلال مثال يستخدم فيه اللغة الثنائية (نعم/لا) للتعبير عن حرف من حروف اللغة الإنجليزية الستة والعشرين والأرقام العددية العشرة فلكتابة الحرف J يطرح ساجان الخطوات التالية لبرنامج مكتوب بلغة الحاسب الآلي (نعم = ٥، لا = ١):

١- هل يمثل الشكل حرفا أبجديا: الجواب ٥.

٢- هل يقع الحرف في النصف الأول من الأبجدية: الجواب ٥.

٣- من ثلاثة عشر الأحرف الأولى هل يقع الحرف ضمن السبعة الأولى: الجواب ٥.

٤- من بين الحروف (H ،I ،J ،K ،L ،M) هل يقع الحرف ضمن الحروف الثلاثة الأولى: الجواب ٥.

٥- من بين الحروف (H ،I ،J) هل الحرف المعني هو الأول: الجواب ١.

٦- من بين الحرفين (I ،J) هل الحرف المعني هو الأول: الجواب ١.

وبهذه الكيفية نجد أن صيغة الحرف (J) في النظام الثنائي هي (001011)، أي أننا احتجنا إلى ستة حروف من لغة الحساب الثنائي للتعبير عن حرف واحد من أحرف اللغة الإنجليزية، وبالتالي يمكن الحصول على لغة لـ DNA تشتمل على

ثلاثة ملايين حرف تعبر عن عشرين مليون معلومة. وإذا أخذنا بعين الاعتبار أن الكلمة الواحدة في اللغة الإنكليزية تحتوي في المتوسط على ستة حروف، فإن الكروموسوم الواحد يضم في المتوسط 500 مليون كلمة، ويترجم هذا الرقم إلى أربعة آلاف كتاب بواقع خمسمائة صفحة من القطع المتوسط.

هذا العدد الضخم من المجلدات هو ما نحتاج إليه لتوصيف بناء كروموسوم واحد، أما الكائنات الراقية، مثل الإنسان، فنحتاج إلى تخطيط الخلية لها إلى ٤٦ مجلدا، نظرا لاحتواء خلايا الكائنات التي تتكاثر جنسيا على ٤٦ كروموسوما. بيد أن هذا العدد يأتي نصفه من زوج والنصف الثاني من الزوج الآخر، وبذلك فإن المجلدات الستة والأربعين تتكون من ثلاثة وعشرين زوجا من المجلدات فقط، ويكون الجين الوراثي لأحد الزوجين غالبا على جين الزوج الآخر، فيكتسب الكائن الجديد، بعد الإخصاب، تلك الصفة الغالبة (مثل لون العين أو الطول أو الخصائص النفسية أو الذهنية). ومع الانتهاء من عملية الإخصاب يتم استنساخ مخطط الخلية الأولوية بصورة مطابقة للأصل تماما، من خلال عملية الانقسام الخيطي (المايتوسي)، لتحمل ملايين الملايين من خلايا جسم الكائن معلومات الخلية الأولى المخصبة، وذلك باستثناء الخلايا الجنسية.

مشروع الجينوم هو في جوهره استشفاف ورسم للمعلومات التي تحتويها الخلية، التي تتكون من ٢٣ زوجا من مجلدات للكائنات التي تتكاثر جنسيا، مثل الإنسان، وعدد أقل من ذلك للكائنات الأخرى. هذه المجلدات من المعلومات للخلية الواحدة تعطينا الرواية الكاملة لصفات هذا الكائن الجسدية والنفسية والعقلية، وتمثل الأساس الذي نبني عليه التخمين (إلى درجة اليقين في بعض الأحيان) حول الصيرورة الطبيعية لهذا الكائن. رواية الخلية قد تكون مكتملة الفصول، تامة الفقرات، متكاملة الكلمات، متقنة الحبكة، وهي بذلك رواية حية رائعة. وقد تحتوي طباعة الرواية (المخطط الجينومي) على عيوب ما تتعلق بفقدان حرف أو زيادته أو عدم تسلسل فقراته أو تكرار طباعة كلمة أو فقرة فيه أو نقص كلمة منه أو غير ذلك من أخطاء «طباعية». وبرسم المخطط يمكن اكتشاف هذا الخطأ ومعالجته مسحا أو إضافة أو ترتيبا. ومن هذا المنطلق يساهم رسم المخطط (الجينوم) في التشخيص تمهيدا للعلاج، ويكون العلاج في هذه الحالة تعديلا للخلل في مجلدات رواية الكائن الحي. كما يمكن تعديل الرواية بإضافة صفات مرغوبة أو إزالة سمات غير مرغوبة، والأمر سيان في جميع الكائنات الحية من عالمي النبات والحيوان، وهو شائع الاستخدام في عالم النباتات لتحسين الغلال الزراعية وإعطاء المحاصيل صفات مقاومة الآفات أو الجو، أو غير ذلك من منافع اقتصادية جمة.

ومما يضفي على مشروع الجينوم أهمية وإلحاحا أن بالإمكان رسم الخارطة الوراثية للكائن الحي وهو في رحم أمه، وقبل أن يتشكل جنينا كاملا، وبذلك معرفة الخلل في حروف وكلمات وفقرات وفصول الرواية الوليدة قبل تسليم الأصل للمطبعة، وتعديل الخلل الممكن تعديله والتنبؤ بالخلل غير القابل للإصلاح في ظل التقانات الطبية المتوافرة.

نحن إذن على عتبة فتح جديد يفتح آفاقا رحبة أمام الجنس البشري،

وسيكون السمة الغالبة للقرن الواحد والعشرين، بدرجة تفوق التطورات في العلوم الطبيعية والتقانات المرتبطة بها في القرن الماضي. نحن على أعتاب حقبة قد تتحقق فيها الكثير من أحلام روايات الخيال العلمي ومن كوابيسها أيضا، مثلما كان الأمر في مجال العلوم الطبيعية بتحقيق أحلام جول فيرن وغيره من رواد روايات الخيال العلمي، بيد أن كوابيس الخيال العلمي في حقل العلوم الحياتية، إن تحقق بعضها، قد تمثل وبالا على البشرية برمتها. وليس إخلالا بالبنية الطبيعية التي يمكن معالجة آثارها ولو بعد حين. وهل نستطيع الجزم بأن تجارب التاريخ المرة مع استخدام الإنسان لطاقة النواة بشكل تدميري واستغلاله للبيئة الطبيعية أسوأ استغلال سيكونان درعا حصينا ضد قيام عالم ألمعي معتوه بإنتاج مسخ فرانكنشتين جديد؟ وهل يتعظ الإنسان من تجارب الماضي ليطوع الفتح الجديد في العلوم الحيوية لخدمة البشر بمحاربة ثالوث الجهل والفقر والمرض؟

إزاء هذا الفتح الجديد تجد المجتمعات البشرية نفسها مجبرة على إعادة النظر في قيمها الأخلاقية ومبادئها الاقتصادية؛ لوضع التشريعات المناسبة للحد من غلو الإنسان في عدوانيته من ناحية، ولتوجيه دفة هذه الاكتشافات نحو رفاهية المجتمع والارتقاء بمستوى الحياة. فدخولنا العصر الجينومي يعني في أفضل أحواله زيادة الغلال الزراعية وتحسينها وتطهير البيئة الطبيعية من المبيدات الحشرية من خلال شبكة تجارية عالمية، واستعدادا لهذا التحول تحتاج المجتمعات البشرية إلى إعادة النظر في المفاهيم الاقتصادية والحدود الجيوجيو - سياسية للأوطان، مما قد يشمل فهما جديدا لدور الحكومات وعلاقتها بالأفراد ودور المؤسسات الدولية. والمجتمع الجينومي الجديد يهدف، فيما يهدف إليه، إلى معالجة المرض قبل وقوعه، وتحول الدواء من سمته العامة إلى الوصفات الشخصية المناسبة للمخطط الجينومي للفرد، علاوة على الإمكانات النظرية حاليا لتوفير قطع الغيار البشرية المأخوذة من الفرد المريض نفسه. ومن دون ريب فإن الاقتراب من بعض هذه الإنجازات يحمل في طياته طبا جديدا وتعليما طبيا مختلفا، ورعاية صحية لا تتوافر أسسها في الوقت الراهن. كما أن ارتفاع معدلات الأعمار وإمكان القضاء الجزئي على أمراض الشيخوخة يعنيان زيادة أعباء المجتمع البشري إزاء المسنين، وتغير الخارطة العمرية في المجتمعات المعاصرة، مما ينعكس بدوره على مجالات الحياة الأخرى. فضلا - بالطبع - عن الكوابيس المحتملة للعصر الجينومي، المتمثلة في اللعب المتعمد في المخطط الجيني للبشر، وصولا إلى عمليات الاستنساخ البشري، بما يحمله ذلك من مضامين علمية وأخلاقية وقانونية، بل وحتى كارثية.

ومن منظور أهمية الموضوع والاستعداد لآثاره المحتملة، حسنها وقبيحها، تسعى المجتمعات البشرية، والمتقدمة منها علميا بخاصة، إلى التعريف بسمات هذا المجتمع الجديد لمناقشة القضايا المستجدة؛ بهدف وضع الأسس السليمة لولوج البشر هذا العصر. فالهدف أساسا هو وضع إستراتيجيات المستقبل البشري في إطار الفتوحات العلمية في حقل البيولوجيا الجزيئية. وضمن هذا السياق يقدم عالم الفكر عدده الحالي لقراء العربية، محتويا قضايا عدة يناقشها

اختصاصيون، سواء في مجالاتهم العلمية أو المهنية، فالدكتور موسى خلف والدكتور هاني رزق يستعرضان في مقالين منفصلين الطب الجيني، بدءا من مراحل تطور الطب تاريخيا، مرورا بالاختراقات العلمية في علم الوراثة، ووصولا إلى أسس العلاج الجيني والجراحة الجينية بهدف إصلاح الخلل الجيني المسبب للمرض وحتى الخلل الذي يحمل في طياته احتمال المرض مستقبلا، ويركز الكاتبان في مقاليهما على أهمية فهم آلية المرض بدراسة الخارطة الوراثية للفيروس أو البكتيريا المسببين له؛ لتوصيف الدواء الشخصي المناسب للفرد المريض، أو الوصول إلى لقاحات معتادة لمفعول البكتيريا أو حتى الفيروس، وبخاصة أن التحورات الجينية للفيروس تجعل الوصول إلى ترياق صالح لآماد بعيدة أمرا صعب المنال. كما يركز الكاتبان على الجراحة الجينية بمعالجة الخلل في الجينات البشرية نفسها، وفي كل ذلك تسلط الأضواء على المعالجة الجسدية (أي معالجة المريض نفسه)، من دون الولوج في المعالجة الجنسية، التي تشمل التعديل الجيني للخلايا الجنسية وتؤثر في الفرد ونسله على حد سواء. بل يحذر الدكتور موسى الخلف من أن المعالجة الجنسية تفتح أبوابا قد تكون كارثية، ولذلك لم تسمح الحكومات بمثل هذا النوع من المعالجة حتى الآن، حتى تعرف آثارها بصورة أكثر دقة.

أما الدكتورة مي صادق فتتحف العدد بمقال حول اقتصاديات المجتمع الجينومي التي تشكل، بحسب تعبيرها، اقتصادا حيويا وإنماء مستدما. ومن هذا المنطلق يحتاج المجتمع البشري إلى إعادة تشكيل القطاعات الاقتصادية فيه؛ نظرا لبروز نظام جديد للتجارة العالمية، يخترق الحدود الجيوسياسية والنطاقات الإقليمية والوطنية على حد سواء. وتشمل القطاعات المتأثرة بهذا التطور الجديد القطاع الزراعي والحيواني والبيئي والتجاري، علاوة على القطاعين الصحي والطبي. وفي إطار هذا السياق يمتد تأثير الاقتصاد الجديد إلى الجوانب الاجتماعية أيضا لتبرز الحاجة إلى إعادة النظر في هذه الجوانب لرسم العلاقة بين الأفراد بعضهم مع بعض من ناحية، وعلاقة الفرد بمؤسسات الدولة والمجتمع العالمي من ناحية أخرى.

العصر الجينومي يمثل تحديا قيميا للبشر، تزيد آثاره عن آثار ثورة التقانات وعصر المعلوماتية، نظرا لعلاقة هذه الآثار بالجنس البشري مباشرة. ولتحديد أطر التأثير القيمي يعالج الدكتور تمام اللودعمي الموضوع من زاوية الشريعة الإسلامية والقوانين الوضعية في عدد من دول العالم. وفي استعراضه لآراء الشريعة في القضايا المطروحة يركز الدكتور اللودعمي على المبادئ الرئيسية في الإباحة والمنع، بحسب ما جاء في آراء الفقهاء عبر العصور، مستقاة من القرآن الكريم والسنة النبوية المطهرة، من دون الولوج في التفاصيل التي هي من اختصاص الفقهاء والمجتهدين.

أما الدكتور فيضع نصب عينيه الأطر الأخلاقية لأبحاث الجينوم وبخاصة ما يتعلق منها بالهندسة الوراثية، وهو بذلك ينحو منحى إنسانيا بحتا يتعلق بما هو حسن وما هو قبيح من المنظور الأخلاقي الإنساني.

واكتمالا للصورة يستعرض الدكتور محمد عبدالحميد شاهين، وهو أحد

الرواد في هذا المجال، قضية الاستنساخ البشري، التي غالبا ما يخلط بينها في أذهان العامة مع موضوع الجينوم البشري. فالاستنساخ جزء من كل، والكل في هذه الحالة هو المخطط الجيني (الجينوم)، كما أن للاستنساخ صورا متعددة أبسطها متعلق بعالم النبات والنفع الذي يعود على البشر بزيادة الغلال الزراعية وتحسينها. كما أن الاستنساخ في عالم الحيوانات له منافعه الجمة للبشر من زيادة في الثروة الحيوانية وتصنيع أصناف منها ذات خصائص مرغوبة، سواء على المستوى الغذائي أو المستوى الطبي. بل إن السعي نحو الوصول إلى استنساخ الخلايا المتخصصة (وهو هدف لم نبلغه بعد) يمثل اختراقا علميا رائدا لتصنيع قطع الغيار البشرية، وبذلك قد نصل إلى مرحلة إعادة تنشيط البنكرياس لمعالجة مرضى السكر علاجا جذريا، أو تصنيع كلى أو قلوب أو غيرهما، نستبدلها بالكلى والقلوب العليلة متجاوزين أهم أخطار عمليات الاستزراع المتمثلة في رفض الجسم للقطعة المستزرعة. ولعل في عنوان مقال الدكتور شاهين نوعا من المفارقة، فالتكاثر اللاجنسي للبشر، المبني على محو ذاكرة خلية متخصصة ووضعها في نواة بويضة منزوعة النواة بهدف تنشيط ماضي الخلية غير التخصصي، هذه العملية عديمة المعنى العاطفي والوجداني مما يجعل شعور الحب في حياة البشر شيئا من الماضي، ويقضي على رومانسية عشق روميو لجولييت ووله قيس لليلى.

وعلى الجانب الفلسفي يستعرض د. نجيب الحصادي قيمية العلم، آخذا المسوح الوراثية نموذجا له. وفي هذه الدراسة الشيقة يبدأ د. نجيب الحصادي أطروحته بنقاش حول عدم وجود تمييز بين العلم من ناحية والثقافة من ناحية ثانية، مستطردا بأن طبيعة العلم تحتم معاناته من اختلالات قيمية. وعلى هذا الأساس فإن القضايا العلمية تستوجب استحقاقات حسم الجوانب الأخلاقية المرتبطة بها. ولتوضح الصورة يأخذ كاتب المقال المسوح الوراثية نموذجا له، يحلل من خلاله القضايا الأخلاقية المرتبطة بالموضوع واستحقاق حسمها. وعلى الجانب الفلسفي أيضا يسرح بنا د. محمد المفتي في مفارقة الموت والحياة، آخذا الموت المبرمج للخلايا بداية للحياة والنمو. فالموت الخلوي المبرمج سيرورة طبيعية لا تقل أهمية عن ظاهرتي الانقسام الخلوي أو التمايز الخلوي، وتكمن أهميته في أنه المحافظ على الاستتباب النسيجي داخل الجسم بكل جوانبه، بما في ذلك مساهمته في الآليات التي تؤمِّن حياة الكائن الحي. المفارقة الكبرى في القضية هي أن الموت الطبيعي المبرمج للخلايا يعني استمرار حياة الكائن الحي، ومن دون هذا الموت تهرم الخلايا وتشيخ بمعدلات عالية مما يؤدي إلى انتشار العلة في جسم الكائن الحي بأكمله.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية . . . رؤية عربية

د . وجدي عبد الفتاح سواحل[*]

(١) العلم... من منظور تاريخي

لقد جرى العرف بين كثير من المراقبين للعلم . من منظور تاريخي . على أن هناك ثلاث ثورات صناعية، أو بمعنى أدق ثورات تقنية بدأت بعصر الميكنة ومرت بعصر الأوتوماتيكية وانتقلت إلى عصر التقانة الراقية . أو كما يقال التقانة المتفوقة Supertechnology . ذلك العصر الذي نعيشه في العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين الذي يمكن أن نطلق عليه . مجازا . الثورة التقنية الثالثة، حيث إنه من الصعب أن نضع حدودا فاصلة بين الثورات العملية التقنية، فقد اتخذ التطور التقاني شكلا تدريجيا في الارتقاء من مستوى إلى مستوى أفضل.

وإذا كانت **الثورة الصناعية الأولى** قد زودت الإنسان بإمكانات عضلية وعقلية ممثلة في الروافع والماكينات، وكانت **الثورة الصناعية الثانية** قد أعفته من القيام بالأعمال الروتينية المكررة، فإن **الثورة الصناعية الثالثة** هي الثورة الخطيرة التي ستفرض السيادة الاقتصادية والعسكرية والسياسية للدول التي تحتكر معطياتها ومقوماتها . كما أدخلت هذه الثورة بعدا جديدا يتزايد ثقله ألا وهو القيمة المستحدثة مثل إنتاج شرائح الإلكترونات من سليكون

(*) رئيس تحرير السلسلة الدولية للهندسة الوراثية والتقنية الحيوية، المنسق العام للشبكة الإسلامية للتنمية العلمية، المركز القومي للبحوث، القاهرة - جمهورية مصر العربية.

الرمال، وما تبعها من تطور في وسائل اتصال ومعلومات وإنسان آلي. كذلك فرضت هذه الثورة التقنية خصائص النظام العالمي الجديد، فلا مكان في الأسواق الدولية لدول تتجاهل الدور الخطير الذي يلعبه التغيير التقاني في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، ويمكن القول إن هناك استنتاجات تصل إلى حد اليقين، لما يتوقع أن تؤول إليه حال الدول التي تتخلف عن الركب وتخرج من حلبة السباق والتنافس على امتلاك العلم والتقانة - التي تعتبر أدوات العصر - وتوفر كل الدعائم والمقومات والإمكانات لذلك. وفي الواقع بدأت تتضح معالم جديدة لتصنيف الدول على أساس قدرتها التقنية، بداية من دول العالم الأول أو عالم المبدعين والرواد، وانتقالا إلى دول العالم الثاني أو عالم الملاحقين والمقلدين، وهبوطا إلى دول العالم الثالث أو العالم النامي، أو عالم المستهلكين المغلوبين على أمرهم.

إننا نعيش عصر الثورة التقنية الثالثة، العصر الذي لا نعرف كم من العقود سوف يستغرق، ذلك لأن الأحداث العلمية تتوالى بسرعة مذهلة، وآثارها لايكاد يدركها خيال. العصر الذي تزيد إنجازات العقد الواحد فيه في الكيف والكم عن إنجازات ألوف السنين التي عاشها الإنسان من قبل، ويتكامل مع ذلك ما يقال أيضا إن عدد العلماء الذين يشتغلون بالعلم والبحث والعلمي والتطوير التقاني في الوقت الحالي يزيد عددهم على كل الذين أنجبتهم كل الحضارات السابقة وحتى السبعينيات من القرن الحالي، وإنهم ينفقون من الأموال ويستخدمون من الإمكانات ما يتضاءل إلى جواره كل ما أنفقته الإنسانية من أموال واستخدمته من كائنات قبل السبعينيات.

وتتمثل الثورة التقنية الثالثة في عدد من المجالات العلمية والتقنية الجديدة والمستخدمة، التي تبذل فيها جهود مكثفة في مراكز التميز الدولي للدول الصناعية المتقدمة نظرا إلى الاختبارات العملية المهمة التي تنطوي عليها، والتطبيقات التقنية المرتقبة من ورائها التي يصعب اليوم تصور مداها وأثرها على الإنسانية. ويأتي على رأس هذه العلوم علوم الاتصالات والمعلومات التي تضم الإلكترونيات الدقيقة والليزر والألياف الضوئية وتقانة الفضاء، ثم المواد الجديدة، ثم صناعة الأدوية والكيماويات الدقيقة، وأخيرا التقنية الحيوية والهندسة الوراثية [١ و٢ و٣].

لقد عاشت البشرية ثورات علمية متعددة، وتباينت علاقتها بهذه الثورات من الاستفادة القصوى إلى الضرر المفجع، فتطبيقات الذرة تنتشر في العديد من المجالات الحيوية والضرورية للإنسان ولكن هذا لم يمنع تدمير البشر بالقنبلة الذرية بـ «هيروشيما» ونجازاكي باليابان. واليوم تعيش البشرية أخطر هذه الثورات، وأهمها ثورة مادة الحياة، إنها ثورة «الهندسة الوراثية وأبحاث الجينات» وتهدف إلى هندسة الطاقم الوراثي للكائنات الحية بتوجيهه لأداء وظائف محددة.



(٢) التقنية الحيوية والهندسة الوراثية... تعريف علمي وأساس تقني

يمكن أن توصف التقنية الحيوية بأنها التعديل والتحسين التقني للكائنات الحية، أو بأنها تطبيق المبادئ العلمية والهندسية على صناعة المواد بوسائط حيوية مثل: الكائنات الحية الدقيقة أو الخلايا الحيوانية أو النباتية، لتوفير السلع والخدمات التي تشمل المنتجات الزراعية والحيوانية والميكروبية والسمكية، وتصنيع الأغذية والمستحضرات الطبية[٤ و٥]. والأساس العلمي للتقنية الحيوية[٦ و٧ و٨] يبنى على عدة فروع علمية أهمها البيولوجيا الجزئية والبيولوجيا الخلوية، والكيمياء الحيوية، وعلم الوراثة، وعلم الأحياء الدقيقة، وعلم النبات، وعلم الحيوان، وعلم المناعة والهندسة الكيميائية، وهندسة العمليات، والحاسوب وتجهيز البيانات. وهي تتراوح ما بين عمليات لها تاريخها القديم مثل التخمر (التقنية الحيوية التقليدية) إلى الهندسة الوراثية (التقنية الحيوية الجزيئية)، أي القدرة على عزل جين من كائن حي ونقله إلى كائن حي آخر، وبذلك يجري استنباط نباتات وحيوانات مهجنة جينيا «تمتلك المميزات الوراثية المرغوبة».

والهندسة هي التصميم والتخطيط والتنفيذ للوصول إلى بناء معين يخدم أهدافا محددة، والوراثة أو التوريث هي دراسة لأسباب التشابه والتباين بين الكائنات الحية المختلفة والناتجة عن فعل المادة الوراثية. أما الهندسة الوراثية [٩، ١٠، ١١] فهي مجموعة من التجارب العلمية التي ظهرت حديثا في مجال البيولوجيا، وهي التحكم أو التلاعب في الجينات (Genetic manipulation)، والاستنساخ الحيوي (Cloning)، وإعادة تركيب المادة الوراثية الدنا (Recombinant DNA) أي إعادة تركيب الحمض النووي الريبوزي المختزل «الدنا أو DNA» الذي يحمل الصفات الوراثية للكائن الحي.

ومسرح نشاط الهندسة الوراثية هو الخلية التي تعتبر وحدة بناء الكائن الحي. وهذه الخلية بمنزلة «دولة» لها رئيس، ولها نظام، وفيها مصانع إنتاج، وتملك جيش دفاع ضد أي خطر يهددها، وخطوط مواصلات تنقل الإنتاج، إما بهدف الاستعمال الداخلي أو بهدف التصدير إلى الخارج. أما نوعيات المواد المصنعة في هذه المصانع فإنها تعد بالآلاف، ويتحكم في نوعيتها وكميتها الرئيس الأعلى لدولة الخلية، وهو الجينات (Genes) التي تتكون من الدنا (DNA)، وملقى على عاتق الجينات مسؤولية تنظيم الحياة داخل هذه الدولة المتناهية الصغر والدقة والنظام. ومن هنا يتضح أن الهندسة الوراثية تقوم على فكرة التحكم في الرئيس الأعلى لدولة الخلية (الجينات)، وبالتالي إمكان برمجة هذه الدولة وفق تصميمات موضوعة سلفا لتغيير وظائفها البيولوجية والتحكم فيها من أجل التحكم في الإمكانات الوراثية للكائن الحي.

(٣) التطور التاريخي للتقنية الحيوية والهندسة الوراثية

(أ) رواد الهندسة الوراثية... بين قدماء المصريين واليونانيين القدماء :

كانت الأغذية والمشروبات المخمرة في أشكالها الكثيرة المختلفة مصدر متعة عظيمة للإنسان على مدى القرون. فتدخل في صناعة الجبن القديم عملية تخمير اللبن أو القشدة والخبز يحتاج إلى تخمير بالخميرة، وقد وُجدت أرغفة الخبز في الأهرامات المصرية التي بنيت منذ ستة آلاف سنة، وقد اكتشفت عملية تخَمر الفاكهة منذ مدة طويلة جدا، حيث كان اليونانيون القدماء يعتقدون أن النبيذ كان من اختراع أحد آلهتهم وهو يوتس. وتصف الوثائق المصرية منذ حوالي ٢٥٠٠ سنة قبل الميلاد طريقة نقع الشعير وتخمر البيرة.

وقد بدأ فهم الدور الرئيسي للكائنات الحية الدقيقة في عمليات التخمر منذ زمن قريب حينما أثبت العالم الفرنسي لويس باستير في ١٨٥٧ أن الخلايا الحية هي المسببة للتخمر الكحولي. وفي الواقع أن التطور الناجح للصناعات الغذائية في الدول الغربية انطوى على استخدام الكائنات الحية الدقيقة ليس في تحسين الطعام والقوام وزيادة الفوائد الغذائية للعديد من الأطعمة والمشروبات فحسب، ولكن أيضا للتحكم في عدم فسادها عن طريق التعقيم والتغليف السليم.

وإذا كنا قد عرفنا قبل أربعة قرون فقط أن أبا الهول - حارس مصر والأمين على سرها والعارف بكل أمورها والشاهد على عصورها - هو تمثال على شكل أسد رابض ووجهه هو وجه الملك خفرع صاحب الهرم الثاني وابن ملك مصر العظيم خوفو صاحب الهرم الأكبر عجيبة الدنيا قديما وحديثا، فهذا حقيقي من الناحية الشكلية. ولكن المعنى الرمزي أكبر من ذلك بكثير. فأبو الهول كائن مستنبط جرى تعظيم وتكامل إمكاناته الوراثية باستخدام الأطقم الجينية والتراكيب الوراثية الموجودة في كائنات أخرى. فقد توصل قدماء المصريين إلى فكرة استنباط كائن يجمع بين عديد من صفات الكائنات الأخرى في منظومة وتعددية رائعة. وبناء على ذلك يمكن تخيل أن أبا الهول كائن معدل وراثيا مُزجت فيه الصفات الوراثية البشرية (الذكاء والحكمة) متمثلة في وجه خفرع مع الجينات المسؤولة عن «القوة» متمثلة في شكل الأسد ليكون لنا في النهاية «حارسا قويا وذكيا وحكيما».

لقد تحولت هذه الفكرة الخيالية إلى حقيقة بظهور الهندسة الوراثية [١٢ و١٣ و١٤]. فعلى سبيل المثال لا الحصر، نقل في عام ١٩٧٨ جين الأنسولين البشري إلى البكتيريا التي أصبحت تنتجه في المعمل، وفي عام ١٩٨٣ حصل النجاح في الجمع بين جنس العنز وجنس الخروف وظهور ما يسمى بالعنزروف. وفي عام ١٩٨٦ نُقل جين هرمون النمو البشري إلى الخنزير.

وعلى الرغم من أن أبا الهول، ومن خلال الوثائق المصرية المتمثلة في البرديات التي تقف شاهدة على أن قدماء المصريين هم أول من تخيل الهندسة الوراثية، فإن اليونانيين القدماء يعتقدون أنهم الرواد في هذا المجال، والأغرب من ذلك أن العالم الغربي يطلق اسم «كيميرا» (Chimera) على الكائنات المعدلة وراثيا نسبة إلى أحد الآثار اليونانية التي هي حيوان مقسم إلى ثلاثة أجزاء: جزء أسد وجزء ماعز وجزء حية، وكان من الأجدر أن يطلق على الكائنات المعدلة وراثيا أبو الهول «Sphinx»، لذا لو كان أبو الهول - كاتب الأسرار المصرية - قد فتح فمه ونطق وتكلم لكان أول ما سيقول «أنا أول كائن ذي جينات معدلة في العالم».

(ب) التطور العلمي للهندسة الوراثية... من مندل إلى واطسون وكريك:

لا يتطابق اثنان من بين النساء والرجال والأطفال الذين يعيشون على كوكب الأرض والذين يزيد عددهم على خمسة مليارات، وتسري الحقيقة نفسها على النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة. وذلك التنوع الأحيائي اللانهائي الموجود في كل الكائنات الحية - أو بمعنى أدق: المخزون الجيني - هو حجر الأساس الذي تقوم عليه الهندسة الوراثية (١٥ و١٦ و١٧)، وقد ساعدت إعادة اكتشاف قوانين «جريجور يوهان مندل» للوراثة في فترة مبكرة من القرن العشرين على زيادة فهم جوهر التنوع وأسباب حدوثه التي تعزى أساسا إلى عملية التغيير في المادة الوراثية من خلال الطفور التلقائي، أو من خلال عمل اتحادات جديدة للجينات أثناء عملية الانقسام الاختزالي المسؤول عن تكوين الخلايا الجنسية أو الجاميتات (Gametes)، وهذه تولد فرصا للتنوع الجيني الهائل في الكائنات الحية.

وقد كان «مندل» - الذي عاش ومات فقيرا - أبا الوراثة وصاحب الفضل في توجيه الفكر البشري لدراسة المحتوى الوراثي الزاخر بالمعلومات والعوامل الوراثية المسؤولة عن تحديد جميع الصفات وعن كل عمليات النمو والتكوين والأداء الوظيفي للكائن الحي، وتعب «مندل» كثيرا لتسجيل خلاصات أبحاثه، حيث رفضت عندما تقدم بها إلى «جمعية التاريخ الطبيعي وعلوم الحياة» في مدينة برن بالنمسا «وقتذاك» عام ١٨٦٥م، إلا أنه تقدم بها في العام التالي، وقُبلت على مضض، ثم أهملت حتى عام ١٩٠٠م حينما أعاد اكتشاف قوانين مندل للوراثة ثلاثة «من العلماء» كل على حدة، وهم: دي فريز (هولندا) كوبنز (ألمانيا) وتشير ماك (النمسا) ومنذ ذلك الوقت أعتبر مندل مؤسسا لعلم الوراثة.

ففي الماضي ومنذ أكثر من عشرة آلاف سنة أدى وجود التنوع الجيني إلى تمكين الإنسان من انتقاء نباتات مميزة من مجتمع النباتات البرية لمحاصيل مثل: القمح والشعير والأرز لزراعتها. ثم أعقب ذلك تحسين لهذه المحاصيل عن طريق استمرار الانتخاب المعتمد على التنوع الذي ينتج بشكل طبيعي. ومنذ بداية القرن العشرين استخدمت تقنيات التهجين المبرمج بالإضافة إلى إستحداث التغيرات الوراثية والبيولوجية بهدف استنباط صفات جديدة نتيجة

الاتحادات الجديدة للجينات بالإضافة إلى زيادة التنوع الوراثي في المجتمعات النباتية. وأصبح التهجين - أيضا - أسلوبا لزيادة نمو المحاصيل والحيوانات معتمدا على ظاهرة وراثية تعرف بقوة الهجين (Hybrid vigor). ولقد كان الانتخاب الوراثي لسلالات من نبات القمح شبه القزمي (Dwarf) في اليابان، ومن الأرز في الصين في الأربعينيات، هو الأساس الذي اعتمدت عليه الثورة الخضراء التي شوهدت في هذين المحصولين في آسيا في أواخر الستينيات. وهكذا أصبح التنوع الأحيائي (Biodiversity) هو أساس استمرار تحسين النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة التي تهم الزراعة والصناعة والدواء، وبالتالي يجب المحافظة عليه والعمل على زيادته قدر الإمكان.

ثم جاء جيمس واطسون وفرانسيس كريك ليفتحا مجال الهندسة الوراثية - منذ أكثر من خمسين عاما - عندما وصفا التركيب الحلزوني المزدوج (Double helix) لجزيء الحمض النووي الريبوزي المختزل الدنا، ومنذ ذلك الحين انتقل الاهتمام إلى دراسة الأساس الجزيئي للتنوع الجيني، وإلى توحيد الأساليب التي يمكن أن تساعد على تكوين مجموعات وراثية جديدة عن طريق التحكم بالجينات وتطبيق تقنيات إعادة تركيب المادة الوراثية (Recombinant DNA) والاستنساخ الحيوي (Cloning)، وقد فتحت هذه التقنيات عالما جديدا من الهندسة الوراثية يؤدي إلى إنتاج كائنات حية معدلة وراثيا، أي تحتوي على مادة وراثية (الدنا) أدخلت فيها بطريقة صناعية من كائن حي آخر لا يمت إليها بصلة.

(ج) منشأ وتطور الهندسة الوراثية... اكتشافات تقنية وثورات علمية:

جاءت الهندسة الوراثية [١٨ و١٩] كمحصلة طبيعية لثورتين علميتين، هما: ثورة اكتشاف أسرار المادة الوراثية الدنا وثورة اكتشاف إنزيمات التحديد (Restriction enzymes) التي تقوم بقص الدنا في مواقع محددة.

وبدأت **الثورة الأولى** عندما اكتشف العلماء أن الحمض النووي الدنا هو المادة الوراثية، ثم تحديد تركيبه الكيميائي، وهما شريطان ممتدان يحدهما من الخارج السكر والفوسفات وتربطهما من الداخل القواعد النيتروجينية المتكاملة الأربع وهي: الأدينين يتكامل مع الثيامين والجوانين مع السيتوسين، ويأخذ هذان الشريطان شكل الحلزون، وهناك نقاط معينة في هذين الشريطين تلتقي كل منها بالأخرى، وكل شريط يحمل المعلومات الكاملة اللازمة للتحكم في بناء البروتينات التي بدورها تحدد المعلومات الحيوية، التي يؤدي مجملها وتفاعلها بعضها مع بعض في النهاية إلى تكوين الكائن الحي وقيامه بوظائفه الحيوية المختلفة. وأعقب ذلك اكتشاف أسرار الشفرة الوراثية (وهي تتابع القواعد النيتروجينية في شرائط الدنا في كلمات وجمل تخزن من خلالها المعلومات الوراثية في لوح محفوظ مسؤول عن حياة الكائن الحي من الإنبات حتى الممات، وهي الجينات) وفك رموز تلك الشفرة. وبذلك أمكن قراءة معلومات كل

جين بعد ترجمة شفراته الوراثية ثم أمكن إكثار هذه الشفرات معمليا، أو الحصول عليها من استخلاص الدنا من أي كائن حي، أو حتى من الفيروسات، ثم إعادة ترتيبها في شفرات بعمليات الجراحة الوراثية.

ثم جاءت **الثورة الثانية** وهي ثورة الإنزيمات، ومن بينها إنزيمات التجميع أو البلمرة وإنزيمات القطع المتخصصة وإنزيمات النسخ العكسية وغيرها. التي عجلت من تداول وتناول المادة الوراثية في مخطط متكامل للوصول إلى هدف معين. ويدور هذا التطور حول حجر زاوية فريد من نوعه، وهي أن الوراثيين بإمكانهم الآن وضع المادة الوراثية على مائدة العمليات وتطويعها كمّا ونوعا، بحيث تحذف منها أو يضاف إليها مقاطع معينة وتعاد صياغتها لتعبر عن ذاتها بطريقة جديدة، وهو ما يسمى بالتطعيم الجيني... وهو اتجاه معاصر في علوم البيولوجيا تبلور خلال العقود القليلة الماضية، تنحصر مهمته في استحداث أشكال من التراكيب الوراثية المبتكرة، وبمعنى آخر التحكم في الصفات بكم وكيف يفوق كثيرا كل ما أعطته الطرق التقليدية الأخرى كافة كالانتخاب والتهجين واستحداث الطفرات.

لقد تطورت التقنية الحيوية تطورا كبيرا ابتداء منذ بدء تعامل الإنسان مع الكائنات الحية على أسس علمية راسخة بالطرق التقليدية إلى أن وصلت الآن إلى تطورها الحديث، حيث بلغ تعامل الإنسان مع الكائنات الحية أقصى درجات الدقة فيما يعرف بتطعيم الجينات أو نقلها من كائن إلى آخر. وقد وضعت الإنجازات العلمية الهائلة التي تحققت منذ منتصف القرن الماضي فيما يخص اكتشاف طبيعة المادة الوراثية، وكذلك آليات بناء البروتين: اللبنات الأولى في تطور التقنية الحيوية لتصل إلى مفهومها الحالي، حيث نتج عن هذه الاكتشافات تطور مذهل في علوم الوراثة، أفضى إلى تغير جذري في الكثير من طرق التعامل مع حقائق العلوم الأساسية في مجالي علوم «النبات والحيوان وغيرهما»، [٢٠ و٢١ و٢٢ و٢٣] وكذلك تطور الأساليب البحثية المستخدمة في التقنية الحيوية بمجالاتها المختلفة أثمر أخيرا عن ظهور التقنية الحيوية المتقدمة.

والآن اتسعت وتشعبت نشاطات ومجالات التقنية الحيوية وأصبحت لها آثار متعاظمة في اقتصاديات العالم.

وفيما يلي - في تتابع زمني - أهم الاكتشافات أو الثورات العلمية التي كان لها الفضل في منشأ وتطور الهندسة الوراثية [١]، وكذلك بعض الإنجازات التي تحققت بفضل ذلك التطور بعد أن كانت بعيدة المنال:

١٨٦٦: أجرى الراهب النمساوي «جريجور يوهان مندل» تجارب على التهجين بين سلالات من نبات البازلاء التي تحمل صفات متباينة، وتوصل إلى مجموعة من القوانين لتفسير كيفية توارث الصفات عبر الأجيال المتتالية في الكائنات الحية، ولكن نتائج تجاربه لم تنشر.

١٩٠٠: أعاد كل من دي فريز وآخرون اكتشاف قوانين مندل في علم الوراثة ثم نشرها في دورية تصدرها جمعية محلية في النمسا. وقد كانت جهود هؤلاء العلماء هي الخطوة الأولى التي بدأها علماء البيولوجيا في التطوير المعاصر في علم الوراثة التي حولت هذا العلم إلى علم تجريبي دقيق.

١٩٠٣: افترض «ستون» أن عوامل الوراثة تقع على الكروموسومات.

١٩١٠: أثبتت تجارب «مورجان» على حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) أن العوامل الوراثية تقع على الكروموسومات.

١٩١١: أطلق «جوهانسين» على العوامل الوراثية المصطلح العلمي «جين» «Gene».

١٩١٨: ظهر للمرة الأولى المصطلح العلمي «التقنية البيولوجية» «Biotechnologie» باللغة الألمانية.

١٩٢٢: أعد «مورجان» أول خريطة للجينات الموجودة على كروموسومات حشرة ذبابة الفاكهة. أو الدوروسوفيلا (Drosophila).

١٩٢٨: بداية تجارب العالم جريفث التي مهدت لإكتشاف ظاهرة التحول الوراثي Genetic transformation في البكتيريا فيما بعد. وتعتبر هذه التجارب حجر الأساس للهندسة الوراثية في صورتها الحديثة.

١٩٣٣: نشرت أول قصة خيال علمي (Science fictio) عن الهندسة الوراثية تحت عنوان «عالم جديد شجاع»: Brave new world للكاتب «الدوس هكسلي».

١٩٣٨: ظهور المصطلح العلمي «البيولوجيا الجزيئية» «Molecular Biology».

١٩٤٣: ظهور نظرية «جين لكل إنزيم» التي وضعها العالمان بيدل وتاتم بعد أبحاثهما على فطر عفن الخبز اليفروسبورا التي ربطت الكيمياء الحيوية وعلم الوراثة، وهي تعرف باسم نظرية «فعل الجين».

١٩٤٤: أثبت كل من أفري وماك لويد وماكارتي بعد تجاربهم على التحول في البكتيريا أن الجينات تتركب من الحمض النووي الريبوزي المختزل (الدنا) وليس من البروتين.

١٩٤٨: ظهور المصطلحين العلميين «الهندسة الكيميائية Chemical engineering» و«الطب الجزيئي Molecular medicine».

١٩٥٢: أكد كل من العالمين هيرشي وتشيز دور الدنا كأساس للمادة الوراثية في سلالة البكتريوفاج «T2»الذي يصيب البكتيريا المعروفة إيشيرشيا كولاي (E.coli).

١٩٥٣: اكتشف كل من واطسون وكريك تركيب الدنا ووضعا أول نموذج له.

١٩٥٨: تحديد تتابع الأحماض الأمينية لبروتين الأنسولين.

١٩٦١: اكتشاف العالمان جاكوب وموند لكيفية تدفق المعلومات الوراثية في الخلية بانتقالها

أولا من جزيء الدنا إلى جزيء الحمض النووي الريبوزي الرسول (الرنا المرسال (Messenger) أو mRNA لتكوين البروتين لاحقا في السيتوبلازم بمساعدة الريبوزومات.

- أول محاولة لدمج الخلايا - في معهد جوستاف في باريس - حيث دمج جورج بارسكي خلايا فئران في أطباق خاصة مزودة بغذاء معقم.

- بداية نجاح فك رموز الشفرة الوراثية بواسطة مارشال نيرينبرج وهاينرش ماتساي.

١٩٦٧: اكتشاف إنزيمات الربط Ligase enzymes.

- تمكن كل من ماري فايس، هوارد جرين من دمج خلايا إنسان بخلايا فأر.

١٩٧٠: تمكن وارنر أربر ودانيل ناثانس وهاميلتون سميث من اكتشاف أول إنزيم قص محدد Restriction enzyme.

١٩٧١: تمكن كوهين وبوير من وضع بدايات أساليب إعادة اتحاد المادة الوراثية Recombinant DNA.

١٩٧٣: عزل أول جين وهو الجين المسؤول عن إنتاج الأنسولين.

- وضع أساليب وطرق جديدة لإعادة اتحاد المادة الوراثية.

- بداية التقنية الحيوية الحديثة Modern Biotechnology.

١٩٧٤: ظهور أول تعبير «جين غريب» في البكتيريا.

١٩٧٧: إنشاء أول شركة للهندسة الوراثية «جينيتيك» في أمريكا.

إنتاج أول بروتين آدمي بواسطة البكتيريا، وهو هرمون المخ «السوماتوستاتين Somatostatin».

١٩٧٨: إنتاج الأنسولين البشري من البكتيريا «إشيريشيا كولاي E. coli».

- اكتشاف طرق لتحديد تتابع الشفرة الوراثية.

١٩٨٠: منح أول براءة اختراع في الهندسة الوراثية، وكانت لكل من كوهين وبوير عن كيفية إعادة اتحاد المادة الوراثية.

١٩٨٢: إنشاء أول مصنع لإنتاج الأنسولين الآدمي بطرق الهندسة الوراثية في إنجلترا.

- أول منتج للهندسة الوراثية يجاز تسويقه، وكان لقاحا حيوانيا ضد الإسهال وهو «الأنتروفيرون» لمعالجة الهربي.

- أول محاولة ناجحة لنقل الجينات بين الحيوانات.

١٩٨٣: نجاح الجمع بين جنس العنز وجنس الخروف وظهور ما يسمى بالعنزروف.

- صمم كاري ميليس جهازا لمضاعفة المادة الوراثية في المعمل بتفاعل البوليميرز التسلسلي (PCR).

- أول محاولة ناجحة لنقل الجينات إلى نبات.

- ظهور المصطلح العلمي «البيولوجيا الجزيئية النباتية Plant Molecular Biology».

١٩٨٥ : اكتشاف البصمة الجينية DNA fingerprint بواسطة أليك جيفيرس.

١٩٨٦ : إنتاج خنزير معدل وراثيا يحمل جين هرمون النمو البشري.

١٩٨٧ : استخدام البصمة الجينية كدليل جنائي في المحاكم الأمريكية.

- أول عملية لتقييم النباتات والكائنات الدقيقة المعدلة وراثيا خارج المعمل.

١٩٨٨ : أول كائن دقيق معدل وراثيا يجاز تسويقه.

١٩٨٩ : عزل الجين المسؤول عن مرض التليف الكيسي Cystic fibrosis بواسطة لاب شي تسي، وفرانسيس كولين.

- تمكن ستيفين روسينبيرج من تصميم أول نظام لنقل الجينات في الإنسان.

- بداية علاج الأمراض الوراثية بالجينات Gene therapy.

١٩٩٣ : عزل الجين المسؤول عن مرض هنتجتون Hunttington's disease.

١٩٩٤ : ظهور سلاح الجينات الانتحارية كعلاج للسرطان.

- إنتاج أرز مقاوم للآفات والأمراض أطلق عليه «الأرز السوبر».

١٩٩٥ : العلاج الجيني لتبقع الجلد الوراثي.

- العلاج الجيني للتحلل الفقاعي الوراثي.

- تصنيع هرمون الغدة النخامية الذي يعمل على تنشيط التبويض كعلاج للعقم.

١٩٩٦ : استنساخ النعجة ميجان وموراج على يد أيان ويلموت باستخدام الخلايا الجنينية.

١٩٩٧ : تمكن سانج لي بمعهد العلوم والتقنية بكوريا من عزل جين PHA المسؤول عن إنتاج بولستر من نوع من البكتيريا ونقله إلى بكتيريا إشيرشيا كولاي E. coli لزيادة الإنتاج.

- تمكن إيان ويلموت من استنساخ النعجة «دوللي» باستنساخ تقنية استبدال الأجهزة الوراثية عن طريق إدماج نواة خلية جسدية من ضرع (ثدي) نعجة فنلندية في بويضة مفرغة (من دون نواة) مأخوذة من نعجة اسكتلندية.

- استنساخ اثنين من القردة في مركز بحوث أوريجتون للولايات المتحدة الأمريكية باستخدام تقنية الفصل المجهري للخلايا الجينية للحصول على نسخ منها تحمل الصفات الوراثية نفسها.

- أعلنت شركة أمريكية لتربية الحيوانات عن نجاحها في استنساخ بقرة أطلقوا عليها اسم «جين»، وذلك باستخدام تقنية «استبدال الأجهزة الوراثية» عن طريق استخدام خلايا Priodial stem من جنين بقرة عمره ٣٠ يوما.

- الحصول على فئران تحمل كروموسومات بشرية كاملة ينتظم بكل منها ما يقرب من ألف جين، بعد أن كانت عمليات نقل الجينات لا تتضمن أكثر من جين أو جينين على الأكثر. وأطلقوا عليه اسم «ماني» (الفأر المؤنسن)، وهي كلمة منحوتة من كلمتي إنسان وحيوان.

- أعلن مايكل ماردين بفرنسا عن نقل جين الهيموجلوبين البشري (ألفا وبيتاجلوبين) إلى كلوروبلاست Chloroplast خلايا نبات التبغ والحصول على النبات الكامل وتمكنه من عزل وتنقية الهيموجلوبين من بذور وجذور النبات.

١٩٩٨: إنتاج السمك الذكري المتفوق الكبير الحجم باستخدام تقنية التحوير الوراثي.

- إنتاج بعوض غير ممرض باستخدام أساليب الهندسة الوراثية.

١٩٩٩: بداية إنتاج العسل الدوائي عن طريق نباتات عدّلت أزهارها وراثيا.

- استنباط نبات تبغ معدل وراثيا للكشف عن مواقع الألغام.

٢٠٠٠: إنتاج نبات قطن مهندس وراثيا له القدرة على إنتاج البلاستيك

٢٠٠١: إنتاج الأرز الذهبي المضاد للعمى، وذلك عن طريق إدخال جينات لها القدرة على تكوين مادة «البيتاكاروتين»، وهي المادة الأساسية لفيتامين «أ» المسؤولة عن الإصابه بالعمى.

- المزاوجة الجينية بين العنكبوت والماعز وإنتاج النعجة «ميل» وأختها «موسكاد» اللتين لهما القدرة على إنتاج برتين حرير العنكبوت في حليبهما.

- الإعلان عن الخريطة الجينية البشرية

٢٠٠٢: إنتاج نبات سبانخ به جينات من الخنازير.

٢٠٠٣: إنتاج قهوة طبيعية من دون كافيين.

- إنتاج أسماك زينة معدلة وراثيا.

- استنباط نوع من الأرز يتحمل الملوحة والجفاف.

- ٢٠٠٤: استنساخ فأر باستخدام التوالد العذري.

استنساخ أول قطة وكلب في العالم.

- إعداد الخريطة الوراثية لسلالة الدجاج البري الأحمر.

٢٠٠٥: الكشف عن تزوير الباحث الكوري «هوانج وو سوك» لبحثة الذي نشر في مجلة العلوم الأمريكية الذي زعم فيه تمكنه من توليد خلايا جذعية تحمل المواصفات الوراثية لشخص محدد من جنين بشري مستنسخ.

٢٠٠٦: استنباط ذرة معدلة وراثيا لعلاج نقص الحديد.

٤) مجالات الهندسة الوراثية

على الرغم من أن الهندسة الوراثية قادرة على حل مشكلات البشرية من احتياجات استهلاكية ومتطلعات من كنوز الأرض وثرواتها، بالإضافة إلى تسهيل فهم كثير من الأمراض الطبية والعلمية، ولكن هناك تخوفات كبيرة من أن تكون شرارات الحروب في المرات القادمة وأدواتها الجديدة وليدة هذا العلم، وتكون الأدوات والأساليب قد شكلتها نظريات واختراعات الهندسة الوراثية.

فالهندسة الوراثية أداة قوية تحمل في طياتها آمالا كبيرة للطب والزراعة والصناعة والأمن الغذائي والبيئة. حيث تقدمت الأبحاث بدرجة كبيرة منذ أواسط السبعينيات إلى درجة انتشار الحديث عن «ثورة الهندسة الوراثية»، ومع ذلك فهي تثير الكثير من المسائل الحساسة: أخلاقيا وقانونيا واجتماعيا، وكذا مسائل متعلقة بمدى أمانها الحيوي... وفيما يلي بعض مجالات الهندسة الوراثية:

(أ) بصمة الجينات والطب الشرعي:

تترتب الجينات في خلايا الإنسان على ٢٣ زوجا من الكروموسومات في نواة الخلية، والكروموسومات مركبة من الحمض النووي وبروتينات، وهذه البروتينات تلعب دورا مهما في المحافظة على هيكل المادة الوراثية، وتنظم نشاط تعبير الجينات الذي يؤدي إلى تكشف وتكوين الفرد الكامل من خلية الزيجوت. وتوجد بعض الجينات في الميتوكوندريا، وتورث عن طريق الأم. وتكمن المعلومات الوراثية لأي خلية من تتابع الشفرة الوراثية (تتابع القواعد النيتروجينية الأربع التي وهبها الله للحياة)، وهي: الأدينين (A) والجوانين (G) والسيتوزين (C) والثيامين (T)، التي تكون المادة الوراثية في صورة كلمات وجمل تقوم بتخزين المعلومات الوراثية في لوح محفوظ مسؤول عن حياة الفرد.

وبصمة الجينات [٢٥] هي اختلافات في التركيب الوراثي لمنطقة الإنترون، وينفرد بها كل شخص تماما وتُوَرَّث؛ أي أن الطفل يحصل على نصف هذه الاختلافات من الأم وعلى النصف الآخر من الأب، ليكون مزيجا وراثيا جديدا يجمع بين خصائص الوالدين، وخصائص مستودع وراثي متسع من قدامى الأسلاف.

وعلى الرغم من مرور وقت قصير على اكتشاف بصمة الجينات، فإنها استطاعت عمل تحول سريع من البحث الأكاديمي إلى العلم التطبيقي الذي يستخدم حول العالم، وخصوصا في الحالات التي عجزت وسائل الطب الشرعي التقليدية أن تجد لها حلا مثل: قضايا إثبات البنوة، والاغتصاب، وجرائم السطو، والتعرف على ضحايا الكوارث. وحيث إن نسبة النجاح التي تقدمها الجينات تصل إلى حوالي ٩٦٪ فقد شجع ذلك الدول المتقدمة مثل أمريكا وبريطانيا على استخدامها كدليل جنائي. بل إن هناك اتجاها لحفظ بصمة الجينات للمواطنين مع بصمة الإصبع لدى الهيئات القانونية. وقد جرى الحسم في كثير من القضايا بناء على استخدام بصمة الجينات كدليل جنائي.

(ب) الهندسة الوراثية والطب البشري:

الهندسة الوراثية البشرية [٢٢] هي أحد الفروع التطبيقية لعلم الوراثة، وتعتبر ثورة تقنية جبارة تهدف إلى إضافة جينات جديدة تحمل إلى الكائن الحي صفات لم تكن موجودة من قبل، إلى حين تجاوز التراكيب الوراثية الموجودة إلى تراكيب جينية أفضل بقصد إصلاح عيب أو خلل في المادة الوراثية أو تحسين الصفات العامة للأفراد عن طريق إعادة صياغة الخريطة الجينية.

وقد أثارت الهندسة الوراثية البشرية تصورات وتوقعات العلماء عن الكون والبشرية. ومن الأحلام الوراثية التي في طريقها إلى التحقيق الانتهاء الكامل من مشروع الطاقم الوراثي البشري، أي رسم خرائط الجينات البشرية من خمسين ألف إلى مائة ألف جين... وبعدها تبدأ مرحلة البحث عن وظائف كل جين وطريقة عمله.

إن الوصول إلى أسرار الأطقم الوراثية يشبه إلى حد بعيد ما حدث في الكيمياء من اكتشاف الجدول الدوري للعناصر. ومن المؤكد أن هذا المشروع سيزيد من فهمنا للسلوك البشري والجينات الوراثية في الصحة والمرض، مما يساعد في تصميم اختبارات للإرشاد الوراثي. لقد بدأت بالفعل ثورة الهندسة الوراثية البشرية [٢٦ و٢٧ و٢٨] وتقدمت بحوثها وتطبيقاتها. وعلى الرغم من أن جزءا كبيرا من منجزات هذه الثورة ما زال بعيدا في مخيلات العلماء ومعاملهم فقط فإن التعامل مع الجينات البشرية في حاجة إلى ما يحكمه ويفلسفه ويقيده إذا لزم الأمر.

(ج) الهندسة الوراثية النباتية:

لقد اعتمدت تربية النباتات بالطرق التقليدية على ملاحظة ومتابعة الاختلافات الوراثية داخل كل عشيرة، والانتخاب لسنوات عديدة أو بعمل تهجينات بين النباتات المتشابهة بغرض الحصول على أصناف متميزة في بعض الصفات. وعلى الرغم من أن هذه الطرق التقليدية أنتجت أصنافا عالية الغلة من القمح والأرز والشعير، فقد أجبرت المزارعين على التخلي عن عدد كبير من الأصناف المحلية وقريباتها البرية. وقد أدى هذا التنميط الوراثي في مجال الزراعة إلى القضاء على قدرة المحاصيل التقليدية على التلاؤم مع بيئات طبيعية مختلفة وظروف نمو متباينة، فخسرت البشرية حوالي ٧٥٪ من التنوع الوراثي للمحاصيل الزراعية منذ بداية القرن الحالي.

وعلى الرغم من أن العالم يحفل بأنواع نباتية هائلة لم تستغل بعد؛ فإن هناك على الأقل أكثر من ثلاثمائة ألف نوع من الفواكه الاستوائية عالية القيمة الغذائية ومفضلة في بلدان أمريكا اللاتينية، لكنها مجهولة تماما في أمريكا الشمالية، حيث تقتصر قائمة الفواكه فيها على الثمار الشائعة من حمضيات وكروم وتفاح وغيرها، فمثلا في بلد صغير مثل «بيرو» تقل مساحته عن ولاية ألاسكا الأمريكية توجد أنواع من النباتات تعادل سبعة أضعاف ما في الولايات المتحدة كلها، مُشكلة مستودعا نباتيا هائلا ينتظر من يرعاه ويستثمره. وهذا بعض مما تخبئه الطبيعة لنا من ثروات نباتية غير مكتشفة بعد، في حين لا تحتوي قائمة طعام البشرية إلى الآن إلا على عدد محدود فقط من الأنواع النباتية المعروفة، حيث يشكل فقدان التنوع هذا أو ما يسمى باندثار الموارد الوراثية تهديدا عالميا يحدق بالزراعة.

ومع التطور المذهل والسريع في شتى المجالات العلمية الحديثة، كان من الطبيعي أن تتغير المفاهيم والأساليب التقليدية المستخدمة في تربية النباتات المختلفة من محاصيل وفاكهة ونباتات طبية وعطرية أو نباتات زينة والعودة للاهتمام بحدائق النباتات البرية وطرق رعايتها ونقلها وحفظها، حيث تتركز معظم الأبحاث الجارية الآن في المعاهد والمختبرات على إنتاج أنواع جديدة من النباتات والبذور القادرة على مضاعفة الإنتاج، والملائمة في الوقت نفسه للظروف البيئية المحلية، وذلك باستخدام أساليب الهندسة الوراثية [٢٩ و٣٠ و٣١ و٣٢].

وتختص الهندسة الوراثية بصورة مباشرة أو غير مباشرة بحذف مقاطع منها وإضافة مقاطع أخرى؛ بغرض إعادة تشكيل أو صياغة الخلية أو الكائن باستخدام الإمكانات الوراثية للكائنات الأخرى المتاحة لإضافة صفات وراثية لم تكن موجودة من قبل. وهو اتجاه جديد في علم الوراثة الحديثة تبلور نتيجة للتقدم في عدة علوم مثل: الوراثة الجزيئية والبيوكيماوية والكيمياء الحيوية والنبات وزراعة الأنسجة وغيرها. وتنحصر مهمة هذا العلم من منطوق التسمية في صياغة أشكال من النظم الوراثية المبتكرة، تُجسّد في كائنات حية مرغوبة في التطبيق وكذلك في الأغراض العلمية.

إن الزراعة وتطوير أبحاثها مشكلة عالمية، تتجدد معطياتها كل لحظة من لحظات حياتنا، والتطور البشري الهائل يزيدها حدة، وقد يبدو للبعض أنها مشكلة اقتصادية فقط، لكن بعد الدراسة نكتشف أنها مشكلة حيوية وبيئية واجتماعية في آن واحد، فما زال النبات على سخائه المعهود تجاه الإنسان، وإن كل ما يقال عن التحول إلى عصر الصناعة أو عصر المعلومات لم يكن ليسرق الأضواء من النبات، ذلك الصديق الوفي القديم. إن زراعة النبات أيسر وأرخص كثيرا من استزراع البكتيريا أو الخميرة، فضلا عن استزراع الخلايا الحيوانية وذلك بالنظر إلى متطلبات الزراعة وحجم الإنتاج. فمن الطريف ما يقال: إن حقلا من الجاودار أو نبات الراي (rye) مساحته هكتار واحد، يمكن أن يحتوي على ٣٠٠ مليون من الجذور، وهو مقدار يفوق قطر مدار الأرض حول الشمس. ومن هنا لم يكن غريبا أن تحظى هندسة النبات وراثيا باهتمام كبير من جانب العلماء.

(د) الهندسة الوراثية الحيوانية:

لقد تعرضت مجالات الإنتاج الحيواني لثورتين... **أولاهما** هي الثورة الخضراء الأولى التي أسفرت عن استخدام الوسائل التقليدية في تحسين عناصر الإنتاج الحيواني، **ثم** الثورة الخضراء الثانية: التي اعتمدت على التعامل الدقيق مع المادة الحية فيما يعرف بالهندسة الوراثية لإضافة الجينات الخاصة بزيادة الإنتاج وإنتاج المستحضرات المناعية التشخيصية والعلاجية للحيوان والبرمجة الوراثية لتحسين الأسماك [٢٠].

(هـ) الهندسة الوراثية للكائنات البحرية :

هي التعديل والتحسين التقني والوراثي للكائنات الحية البحرية مثل الأسماك والحيوانات الصدفية والقشريات والطحالب البحرية وعلى الرغم من أنه لم يمر سوى عقد واحد منذ بدايتها، فإنه تحقق تقدم مدهش في هذا المجال. فقد سُجِّل أكثر من ١٠٠٠ مستحضر جديد ومنتج طبيعي واكتشافات أخرى تحققت بتطبيق علم الوراثة الجزيئية لتربية الأسماك والحيوانات الصدفية والقشريات والطحالب البحرية. كما اكتُشفت مضادات حيوية وعقاقير لمعالجة السرطان مستخلصة من سلالات معدلة بأساليب الهندسة الوراثية. وبينما لم يكن هناك من قبل سوى عدد صغير من الرواد الذين يكدحون في معاملهم، توجد الآن مراكز جديدة كبرى لأبحاث وتطوير التقنيات الحيوية البحرية في النرويج واليابان والولايات المتحدة وأماكن أخرى

(و) الهندسة الوراثية الميكروبية :

وتتضمن هذه استخدام أساليب الهندسة الوراثية لإنتاج كائنات ميكروبية معدلة وراثيا (٤) مثل البكتيريا والفطريات والفيروسات للاستفادة بها في المجال الطبي والصناعي والزراعي والبيئي. وقد تحقق بالفعل العديد من الإنجازات في هذا المجال مثل إنتاج بعض أنواع من البكتيريا المهندسة وراثيا واستُخدمت في صناعة العقاقير (مثل هرمون الأنسولين وهرمون النمو البشري والإنترفيرون) أو إنتاج الفاكسينات أو لمداواة البيئة ببكتيريا تنقية المخلفات وبكتيريا للكشف عن المخلفات الضارة وبكتيريا لإنتاج البلاستيك الحيوي.

(ز) الهندسة الوراثية البيئية :

في السنوات الأولى من عمر الهندسة الوراثية النباتية كان الاهتمام منصبا في المقام الأولى على تحسين صفات النبات، وذلك بنقل جينات إليه تمكنه من مقاومة الآفات الحشرية أو الصمود لمبيدات الأعشاب، أو تكسبه مناعة ضد الأمراض. أما الآن فلم يعد مجرد تحسين مقدرة النبات على إنتاج الغذاء والألياف إلا مطلبا تقليديا متواضعا في مقابل الطموحات العريضة التي تلعب برؤوس العلماء بين يوم وآخر، فمثلا أمكن إنتاج أنواع خاصة من زيوت التشحيم والزيوت المطهرة في فول الصويا، كما نجح العلماء في تحوير النبات وراثيا ليصنع البلاستيك في بلاستيداته الخضراء. كذلك أصبحت النباتات المهندسة وراثيا مصدرا لبعض الإنزيمات ذات الطبيعة الخاصة، التي تستخدم في الصناعة.

وفي تطور آخر يسعى العلماء لاستخدام النباتات فيما يعرف بمداواة أو إعادة تأهيل البيئة (Phytoremediation)، وفي هذا المجال يقوم الباحثون بهندسة النباتات وراثيا لإكسابها القدرة على استئصال الملوثات من التربة أو الماء من دون أن يتأثر نموها مثلما تُعدَّل الصفات الوراثية للميكروبات لاستخدامها أيضا في استئصال الملوثات البيئية وتنقية البيئة [٢١].

(ح) الهندسة الوراثية الحفرية:

الحفريات مصطلح أطلق على بقايا الأحياء النباتية أو الحيوانية، سواء أكانت كاملة أم ناقصة أو أثرا تركه الكائن الحي منطبعا أو محفوظا في الصخور أو الرواسب الجيولوجية، وذلك قبل ظهور الإنسان الحديث. والحفرية هي ترجمة الكلمة (fossil) بالإنجليزية، وهي مشتقة من الفعل اللاتيني fosere بمعنى «يحفر»، وقد كانت تطلق على أي شيء يستخرج من الأرض، سواء كان عضويا أو غير عضوي أو معدنيا أو صخريا، وساد هذا الاستعمال حتى القرن السادس عشر.

جسم الكائنات الحية يتألف من خلايا، كل خلية تتكون من سيتوبلازم ونواة، والنواة بكل خلية هي كرة صغيرة داكنة حين تصبغ، وبداخلها المادة الوراثية النووية الدنا كما تحمل الخلية في السيتوبلازم خارج النواة مادة وراثية أخرى في «الميتوكوندريا» أو السبحيات. والمادة الوراثية الحفرية أو القديمة Ancient DNA هي المادة الوراثية النووية أو السبحية التي تستخلص من الحفريات سواء بشرية أو حيوانية أو نباتية. وتستخدم في تفسير العلاقات التطورية أو الأحداث التاريخية على أساس جزيئي، وذلك من أجل إلقاء الضوء على التاريخ البيولوجي للحياة على الأرض، والجدير بالذكر أن أول بحث نُشر في مجال عزل المادة الوراثية الحفرية كان في عام ١٩٨٤م.

(٥) تطبيقات الهندسة الوراثية وبعض إنجازاتها في مختلف المجالات:

إن تطبيقات الهندسة الوراثية في نواحي الحياة المختلفة عديدة ومتنوعة ولا يمكن حصرها [٣٣ و٣٤ و٣٥]، ولكن نورد بعضها على سبيل المثال لا الحصر فهي تغطي مجالات الصحة والدواء والزراعة والإنتاج الحيواني والبيئة والصناعة وغيرها.

(أ) في مجال الصحة والدواء:

- أدى التطور الكبير في تقنيات الهندسة الوراثية إلى تطوير كبير في طرق التشخيص على المستوى الجيني، مما ساعد على دقة وسرعة الكشف عن الكثير من الأمراض الوراثية وغير الوراثية.
- استخدام الهندسة الوراثية في مجال العلاج بالجينات [٣٦] لتخفيف آلام ومعاناة البشرية من الأمراض الوراثية المستعصية مثل بعض أنواع السرطان وأمراض عوز المناعة.
- إنتاج الإنزيمات والأمصال والبروتينات المهندسة وراثيا لاستخدامها في التشخيص والوقاية والعلاج من الكثير من الأمراض الوراثية وغير الوراثية - مع خفض كبير في تكاليف إنتاجها.

ـ إنتاج حيوانات تحمل بعض الجينات البشرية حتى يتسنى نقل بعض أعضائها للإنسان مما يساعد على حل مشكلة نقل الأعضاء في البشر.

ـ إنتاج بعض أنواع الطعوم في النباتات مما قد يساعد كثيرا في القضاء على بعض الأمراض التي تصيب الأطفال مثل الموز المحتوي على طعم ضد فيروس الالتهاب الكبدي من نوع «ب» أو البطاطس التي تستخدم للتطعيم ضد الكوليرا أو الإسهال.

ـ استخدمت الهندسة الوراثية في إنتاج بعض البروتينات المهمة التي لا يمكن الحصول عليها من مصادرها الطبيعية، وذلك عن طريق عزل الجينات المسؤولة عن هذه البروتينات من خلايا بشرية ثم استخدام البكتيريا كمفاعلات حيوية لإنتاج كميات كبيرة منها، ومن أمثلة ذلك إنتاج بعض منشطات النمو لخلايا الدم التي تستخدم في علاج نقص خلايا الدم البيضاء نتيجة الإصابة بمرض الإيدز أو نتيجة للعلاج الكيماوي أو الإشعاعي للورم، أو في علاج أمراض الأنيميا أو للمساعدة على عمليات نقل النخاع العظمي.

ـ إنتاج أنواع مختلفة من الإنترفيرون لاستخدامه في علاج الأمراض الفيروسية التي تصيب الإنسان مثل فيروسات الالتهاب الكبدي الوبائي.

ـ إنتاج هرمون النمو المستخدم في علاج قصر القامة عند الأطفال.

ـ إنتاج هرمون الأنسولين البشري لعلاج مرضى السكر من دون تعرضهم لمتاعب استخدام الأنسولين الحيواني الذي يمكن أن يكوِّن الجسم البشري تفاعلا مناعيا ضده، مما يعرض المريض لبعض متاعب الحساسية للدواء، كما يقلل من فاعليته العلاجية.

ـ إنتاج نوع من الطماطم يحتوي على بروتين يعمل على تخفيض نسبة الكوليسترول في الدم ونوع من التفاح يعالج مرض الزهايمر. كما تُجرى التجارب على إنتاج نوع من التبغ يحتوي على مواد مضادة لبكتيريا تسوس الأسنان بالإضافة إلى إنتاج نوع من البن لا يحتوي على مادة الكافيين.

ـ مواصلة بعض التجارب لإنتاج نوع من البطاطس التي لا تمتص الكثير من الزيت أثناء تجهيزها وذلك للوقاية من أمراض السمنة.

(ب) في مجال الزراعة:

ـ استنباط أصناف جديدة من الكائنات الدقيقة المثبتة للنيتروجين في التربة واللازمة لاستصلاح الأراضي الصحراوية.

ـ تُجرى التجارب على إنتاج أصناف جديدة من النباتات المقاومة للجفاف ودرجات الحرارة العالية والظروف المناخية غير الملائمة (٣٧).

ـ تستخدم تقنيات الهندسة الوراثية في تغيير بعض الصفات الوراثية لأنواع من النباتات والمحاصيل الزراعية بهدف الحصول على أصناف جديدة من النباتات ذات كفاءة إنتاجية عالية ومدة صلاحية أطول مقارنة بالأنواع الموجودة.

- رفع القيمة الغذائية لبعض المحاصيل الزراعية وزيادة محتواها من المواد الفعالة من البروتينات أو الأحماض الأمينية الضرورية.

- إنتاج أصناف جديدة من النباتات تتحمل ارتفاع نسبة تركيز الأملاح في التربة وفي المياه حتى يمكن زراعة هذه الأصناف باستخدام مياه الري غير التقليدية مثل مياه الصرف الصناعي والصحي بعد معالجتها، أو حتى مياه البحر مما يوفر المياه العذبة لمجالات أخرى أكثر حيوية خصوصا في ظل مشكلة نقص المياه. كما سيساعد ذلك أيضا على تجنب سياسة غسل الأراضي المالحة التي تتكلف مبالغ باهظة وتستغرق وقتا طويلا.

- استنباط أصناف جديدة من النباتات ذات قدرة وكفاءة عالية على مقاومة آفات التربة والنبات، مما يساعد على الإقلال من استخدام المبيدات الكيماوية الملوثة للبيئة بالإضافة إلى إنتاج أنواع من المحاصيل لا تتأثر بمبيدات الحشائش السامة [٣٨].

- تُجرى تجارب عديدة على إنتاج أنواع من المبيدات الحشرية صديقة البيئة التي تسمى بالمبيدات الحيوية والتي تتكون من كائنات ميكروبية ممرضة للآفات الزراعية ومعدلة في تركيبها الوراثي بغرض زيادة فاعليتها لكي تصبح منافسة للمبيدات الكيماوية مما يجعل المزارعين يقبلون على استخدامها.

(ج) في مجال الثروة الحيوانية:

- استنباط وتهجين سلالات جديدة من حيوانات الرعي والماشية التي تتميز بكفاءة عالية في إنتاج اللحوم وإدرار اللبن وكذلك تمييز نوعية أصوافها وجلودها [٢٠].

- استنباط سلالات جديدة من الحيوانات مقاومة للأمراض الفيروسية وغيرها.

- استنباط سلالات جديدة من الأسماك التي يمكن زراعتها للأغراض الزراعية والغذائية بالإضافة إلى أنواع أخرى من الأسماك التي يمكن استخدامها في المقاومة الحيوية للطفيليات المائية الناقلة للأمراض والأعشاب والنباتات المائية الضارة.

- إنتاج بعض الأمصال واللقاحات بكميات كبيرة وبطريقة اقتصادية لوقاية الثروة الحيوانية من الإصابة ببعض الأمراض المتوطنة.

- إنتاج هرمونات النمو الخاصة بالثروة الحيوانية والداجنة بطريقة اقتصادية تفي بالاحتياجات المطلوبة.

(د) في مجال البيئة:

تساعد الهندسة الوراثية على إنتاج كائنات دقيقة مهندسة وراثيا قادرة على تخليص البيئة من الملوثات المختلفة [٢١]، فمثلا هناك كائنات دقيقة تعيش على أول وثاني أكسيد الكربون ومن ثم تُستغل في تنقية أجواء المناجم، وكائنات أخرى للمحافظة على نقاء البترول، وثالثة تخلصنا من المعادن الثقيلة الملوثة للمياه التي تؤثر في الأسماك والأحياء المائية، ورابعا يمكنها تحليل

المخلفات البشرية ومخلفات المزارع وتحويلها إلى مواد نافعة ذات قيمة اقتصادية، وأخرى يمكنها التخلص من رواسب المبيدات الكيماوية بطريقة آمنة للإنسان.

أما بخصوص بعض الإنجازات فقد استطاع العلماء - باستخدام أساليب ووسائل الهندسة الوراثية - عزل بعض الجينات المرغوبة من المخزون الوراثي الكامن في كائنات حية ونقلها إلى كائنات دقيقة كالبكتيريا لتقوم بترجمة شفراتها الوراثية إلى بروتين بشري. وهكذا استطاع العلماء برمجة البكتيريا بالهندسة الوراثية وتحويلها إلى مصانع بيولوجية صغيرة جدا تنتج بروتينات وهرمونات وإنزيمات وكيماويات ومضادات حيوية وأدوية ولقاحات وأمصال ومنتجات غذائية، وتفرز البلاستيك، وتعيش على مخلفات البترول، وتستخلص المعادن من تراب الركاز وتجمعها من ماء البحر، وتحلل النفايات إلى طعام، وتحول ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة.

لقد فتحت الهندسة الوراثية، بذلك، فرصا لا حدود لها لاستخدام المخزون الجيني الناتج عن التنوع الإحيائي. وقد شهدت أعوام الثمانينيات وأوائل التسعينيات ظهور بعض ثمار التطبيقات المبكرة للهندسة الوراثية في عدة مجالات.

ففي مجال الزراعة، حدث تقدم سريع عندما جرى تخليق أول نبات مهجن جينيا في عام ١٩٨٢ م. ومنذ ذلك الوقت عُدّلت عشرات من النباتات جينيا لزيادة إنتاجيتها ومقاومتها للفيروسات ومسببات المرض الأخرى. وفي ١٩٩٤م أجريت مئات التجارب على النباتات المهجنة جينيا في أوروبا وأمريكا الشمالية واليابان وأستراليا. وأما في مجال تقنية المعالجات الحيوية، فقد أثمرت التطبيقات المبكرة لإعادة اتحاد المادة الوراثية (Recombinant DNA) إنتاج كائنات دقيقة يمكنها تنظيف بقع البترول. وفي مجال المستحضرات الطبية أُنتجت هرمونات مثل الأنسولين وهرمون النمو، ومواد لإذابة تجلطات الدم، ومواد مسببة لتجلط الدم، ومنبه لتكوين الخلايا الليمفاوية، والإنترفيرون (مضاد للسرطان)، وأمصال مضادة للأمراض الناشئة عن الفيروسات والبكتيريا والطفيليات (على سبيل المثال: الالتهاب الكبدي الوبائي الناشئ عن فيروس «سي» والبلهارسيا والملاريا). وفي مجال الإنتاج الحيواني، يوجد بالفعل للاستغلال التجاري وسائل للتشخيص، وأمصال وعقاقير جديدة، وتخصيب في الأنابيب ونقل الجنين في الحيوانات المنزلية وإعطاء هرمونات النمو لزيادة النمو وإدرار اللبن. وقد استخدمت الحيوانات المعدلة جينيا مثل الفأر المهجن جينيا ليحمل جين السرطان البشري في المعمل كنموذج للمرض الإنساني. وفي مجال الإنتاج السمكي، عُزلت جينات هرمونات النمو من سمك السلمون المرقط ونُقلت إلى عدد من أنواع الأسماك التجارية الأخرى. أما في مجال الصناعة، فقد جرى تحويل حيوي للنشا إلى منتجات سكرية، وإنتاج مكسبات طعم ورائحة، ومحسنات وعصائر فاكهة معالجة، واستخلاص الأحماض الأمينية والمواد الغذائية الأخرى، والمواد الملونة، والفيتامينات، من الطحالب الدقيقة. كما جرى استخلاص أطعمة جديدة من التخمر، وإنزيمات صناعة الجبن، ومنتجات الألبان الخالية من اللاكتوز.

(٦) مخاطر الهندسة الوراثية

(أ) حرب الجينات :

لم يكتف الإنسان بالكائنات التي تتحور وتتحول طبيعيا من حالتها العادية إلى الحالة الممرضة، بل أخذ يبحث عن طرق صناعية لاستنباط كائنات ممرضة جديدة [٣٩ و٤٠]. فهندسة الجينات كعلم حديث سلاح ذو حدين: فكما أمكن استخدامه في العديد من المجالات المفيدة للإنسان يمكن استخدامه أيضا لتدمير الحياة على سطح هذا الكوكب، حيث يجري تحديد وعزل المسببة للأمراض، ثم دمج هذه الجينات في المحتوى الوراثي للبكتيريا حيث تُوَرِّث هذا الجين الممرض للأجيال الناتجة من انقسامها، وبعد ذلك تجري تعبئة هذه البكتيريا في حاملات بكتيرية (كبسولات خاصة)، حيث تُطلق في مجتمع ما لتخرج البكتيريا وتتكاثر وتغزو جيناتها الممرضة أجسام الكائنات الحية لتفتك بها، وهذا يعني إحداث موت بطيء لمجتمع بأكمله. وليست البكتيريا فقط هي الكائن الحي المستخدم في مثل هذه التجارب، فقد شملت التجارب الحشرات بمختلف أنواعها ورتبها، والنباتات ولا سيما حبوب القمح، حيث تُعدّل وراثيا بإضافة جينات مرضية محددة وقادرة على إصابة البشر في حال تناولهم لتلك الحبوب. كما يمكن إنتاج نباتات قمح يسمح محتواها الجيني المعدل بإكثار الآفات التي كانت تلقى مقاومة شرسة من الطاقم الوراثي للقمح قبل تعديله، وخلاصة القول إن بكتيريا واحدة أو حبة قمح واحدة ستصبح أخطر من مائة طائرة، وستفعل ما ستفشل فيه جيوش جرارة.

ويمكن استغلال تطور الهندسة الوراثية - التي قفزت قفزات هائلة في السنوات الأخيرة - في أوجه الشر كما تستغل في أوجه الخير. وذلك بإنتاج أسلحة بيولوجية متطورة تستخدم فيها الجينات وتوجه ضد جماعات عرقية معينة لإبادتهم أو إلحاق الضرر بهم، فمن الممكن نظريا تطوير تلك الأسلحة البيولوجية، بإضافة بعض الجينات إليها لكي تهاجم جزءا معينا من جسد الإنسان، فإذا تمكن العلماء من تحديد مجموعة الجينات التي تميز جماعة عرقية عن أخرى فيصبح من المحتمل إنتاج أسلحة ذات طابع عرقي مما يوجب البحث عن وسائل لمنع حدوث ذلك والسيطرة عليه.

ويؤكد ما سبق أننا مقدمون على نوع جديد من الحروب يجري التعامل فيه على مستوى الجينات، وهو ما يعرف بـ «حرب الجينات». وهذا يعني الصراع الشديد بين الدول المتقدمة لامتلاك أكبر مخزون حيوي جيني وتوظيفه لتحقيق مصالحها هي فقط بغض النظر عن مصلحة الإنسان، مما يستدعي من المجتمع الدولي وقفة حاسمة لتقنين العمل داخل مراكز بحوث الهندسة الوراثية للوصول إلى نتائج تفيد الإنسان ولا تضره، وأن تستخدم البحوث الجينية كأداة لتخليص البشرية من ويلات الأمراض المستعصية. والمساهمة في علاج



الأمـراض الوراثيـة وتوفيـر الغـذاء لملايين الأفــراد الجائــعة، لا أن تكــون أداة لتـدميـر الإنسان وآماله (١ و٤١ و٤٢ و٤٣).

(ب) الإمبريالية والقرصنة الجينية :

لقد تميزت الهندسة الوراثية في أن الإنسان - ولأول مرة في التاريخ - أصبح يمتلك الوسيلة لأن يطوع المخزون الوراثي الكامن في جميع الكائنات الحية سواء أكانت نباتات أم حيوانات أم كائنات دقيقة بما يرضي طموحاته؛ أي أن الأطقم الجينية أو التراكيب الوراثيـة لصور الحيـاة المختلفة يمكن أن توضع على مائدة العمليـات لتصبح مطوعة للجـراحـة الوراثيـة لاسـتحـداث تبـاينات في بعض الجيـنات بهـدف تغـيـيـر وظائفـهـا البيولوجية أو إضافة جينات لصفات وراثية جديدة ومرغوبة أو إزالة جينات لصفات وراثيـة غـيـر مـرغـوبة. كل ذلك يؤدي في النهـاية إلى تبـديل الإمكانات الوراثيـة للكائن الحي، من هنا يتضح أن الهندسـة الوراثيـة تعتمـد اعـتمادا كليا على التراكيب والأطقم الجينية الموجودة بالمصادر الوراثية الطبيعية. لذا يجوب العلماء أرجاء الأرض بحثا عن الكائنات الحية المفيدة طبيا وعلميا، ثم تجميعها والاستيلاء عليها، وهـي عملية يسميها النقـاد «قرصنة الجينات» (٤٤ و٤٥). ويعـتبـر البـعض هذا الأمـر إمـبـريـاليـة جـينيـة تماثل استغلال الثروات المعدنية مقابل عائد ضئيل لأصحاب الأرض الأصليين، وتنص معاهدة التنوع البيولوجي على أنه يجب أن يحصل السكان الأصليون - بوصفهم حراس الطبيعة - على عـائد مقابل ما تقوم به الشركات الدوائية والمؤسسات العلمية من إنتاج وتجارة بالمنتجـات التي تعـتـمـد على مـوارد تقليـدية يملكهـا هـؤلاء السكان الأصليـون. ولكن الشـركات الدوائـية نادرا مـا تمرر جزءا من حصـتهـا من الأرباح إلى الدول التي سـاهمت بتقديم المادة الخام الجينية.

(٧) الهندسة الوراثية... آليات وأدوات وتطبيقات مستقبلية

(أ) الهندسة الوراثية في الفضاء :

الفـضـاء هو المنطقـة الكونيـة الواقـعـة خلف مـا يـسـمـى بالغـلاف الجــوي الذي يحـيـط بكوكب الأرض ويقع بـه العــديد من النجــوم والكواكب والأفلاك والمجرات كما يتميز بانعدام قوى الجاذبية الأرضية، وقد بدأ الإنسان في النصف الثاني من هذا القرن بارتياد الفضاء حيث كان يوري جاجارين الروسي الجنسية أول الرواد في هذا المجال بينما يسبح حاليا في الفضاء الخارجي عدد من المركبات والسفن يقيم داخل البعض منها عدد من الرواد يقومون بتأدية مهام خاصة وتجارب معينة لتحقيق الاستفادة المثلى من تطبيقات أبحاث الفضاء.

● **جينوميا الفضاء... فرع علمي جديد**

هو دراسة الأداء الوظيفي للجينات في ظل تواجد ظروف بيئية غير طبيعية، أي في البيئة الفضائية [٤٦ و٤٧]، وهو يهدف إلى دراسة كل ما يتعلق بالجينوم (الطاقم الوراثي) في الظروف البيئية الفضائية، ومضاهاة نتائج ذلك بنتائج الدراسات الجارية في الظروف البيئية الطبيعية.

فتحت الظروف الطبيعية سبق أن أوضحنا أن العلماء قد تمكنوا من خلال هندسة الأطقم الوراثية «الجينوم» لبعض النباتات من إدخال جينات جديدة لطاقمها الوراثي تمكنها من إنتاج مواد تعجز في حالتها الطبيعية عن إنتاجها وأعطينا لذلك أمثلة عديدة. وقد دفع ذلك العلماء إلى اقتحام تقنية الجينوم في ظل الظروف غير الطبيعية.

يرغب العلماء في الحصول على إجابات للعديد من الأسئلة مثل: هل يعبر المحتوى الوراثي عن نفسه في البيئة الفضائية كما في البيئة الأرضية؟ هل ستوفر البيئة الفضائية حلا للغز المورثات المتحركة (الجينات القافزة) داخل الطاقم الوراثي؟ هل ستوفر البيئة الفضائية بيئات جديدة لحفظ جينوم الكائنات الحية؟ أيمكننا إحداث تحكم جزئي في التعبير الجيني من خلال آلية جينية فضائية جديدة؟

ولتوفير الإجابة عن تلك الأسئلة المطروحة استُزرع العديد من الخلايا الحية في البيئة الفضائية، مع توفير الظروف المناسبة والكافية لحفظ حيويتها، ودراسة السلوك الجيني أثناء عملية الاستزراع الفضائي في مرحلة الانقسام الأول، أو في مراحل انقسامية متقدمة، وتجري ترجمة التعبير الجيني إلى موجات كهروجينية باستخدام تقنيات عالية وأجهزة تسمح بتحويل الحركات الجينية للأجهزة الوراثية إلى ذبذبات كهربائية يمكن إظهارها على شاشات معينة، ويمكن باستخدام التحليلات الكهروجينية للموجات الظاهرة تحديد السلوك الجيني في الفضاء الكوني المتسع الذي يعجز العقل عن إدراكه، ومن ثم ستوفر لنا «جينوميا الفضاء» إجابة عن السؤال المطروح: هل توجد حياة خارج كوكب الأرض؟ حيث إن «جينوميا الفضاء» تعطي الأمل في فحص أي جزء حيوي (مادة حية صغيرة جدا) متناثر في الكون للوصول إلى حقيقة الحياة الكونية.

● **بعض تطبيقات جينوميا الفضاء**

- **أدوية منتجة بالهندسة الوراثية في الفضاء**

ما زال الإنسان عاجزا عن توفير الدواء الفعال لعلاج بعض الأمراض وإنتاج نوعيات معينة من الأدوية تتميز بالفاعلية والنقاء التام مثل الأمصال واللقاحات المضادة لداء عجز المناعة المكتسب (الإيدز) والالتهاب الكبدي وبعض المضادات الحيوية الفائقة الفاعلية.

وقد حمل مكوك الفضاء ديسكفري عددا من المعامل الدوائية والوراثية التي تبحث إمكان ابتكار أدوية جديدة باستخدام أساليب الهندسة الوراثية، ولكن في ظروف الفضاء خارج الغلاف الجوي للأرض مستفيدا بظروف التعقيم التام وانعدام الجاذبية.

- إنتاج الجينات «المورثات» في الفضاء

تُجرى حاليا دراسة إمكان إنتاج أجزاء من المادة الوراثية الموجودة داخل الخلية في الفضاء لتكون بإمكانات جديدة، ومن ثم يمكن إبعاد مظاهر الشيخوخة، حيث إن أسباب إصابة الإنسان بأمراض الشيخوخة يرجع إلى تناقض «التيلوميرات»، وهي الأجزاء الحاملة لبعض الجينات في نهاية الكروموسومات التي تميل بتكرار الانقسام إلى التآكل التدريجي مع تقدم السن، كذلك فقد أجزاء من مادتها الوراثية الحاملة للشفرات والمسؤولة عن إدارة شؤون الخلية. ويستمر هذا التضاؤل حتى تصل إلى حدود معينة تفقد معها القدرة على الانقسام وإنتاج المزيد من الحامض النووي، لذا فإن العلماء الآن يحاولون إيقاف تناقص التيلوميرات وإبطاء تآكلها عن طريق استخدام التقنيات الفضائية في تحفيز قدرة الخلايا على الانقسام وتجديد حيويتها.

- إنتاج أنسجة أو أعضاء بشرية كاملة

يكمن علاج الأمراض المستعصية في إنشاء مزارع خلوية تنمو في الفضاء الخارجي بعيدا عن جاذبية الأرض، وليس من المستبعد أن يصبح بالإمكان إنماء أعضاء كاملة في المحطات الفضائية من أجل استعمالها في عمليات زراعة الأعضاء، خاصة أن هذه الخلايا تنمو بطريقة أقرب إلى طريقة نموها الطبيعي داخل جسم الإنسان، وسبب ذلك أن الخلايا في حالة انعدام الوزن لا تتعرض للأذى عندما ترتطم بعضها ببعض أو مع جدار المفاعل أثناء تحريك الخليط الخلوي لتزويدها بالأوكسجين، وقد نجحت هذه الطريقة في إنتاج أنسجة طبيعية من الرئة والغضروف والأمعاء الدقيقة.

● جينوميا الفضاء... سلاح ذو حدين

في الوقت الذي يفكر فيه مجموعة من العلماء في كيفية الاستفادة من «جينوميا الفضاء»، في إجراء عمليات الاستنساخ الحيوي (Cloning) للأنسجة فقط بهدف إنتاج أنسجة حية تؤدي وظائف حيوية مهمة داخل الجسم كأنسجة البنكرياس والكبد، ودراسة هندسة الأطقم الوراثية لبعض الكائنات الدقيقة في البيئة الفضائية لفهم كيفية تعامل هذه الكائنات الدقيقة مع الملوثات الكونية، ثم إمكان تطبيق ذلك للتخلص من الملوثات الأرضية، فقد بدأت مجموعة أخرى من العلماء تعبر عن الخوف من احتمال حدوث تحوير جيني غير مبرمج للطاقم الوراثي للكائنات المهندسة في الفضاء، بما قد يسمح لها بالإضرار المباشر بالحياة على سطح الأرض.

فقد شهد البرنامج الفضائي لمكوك الفضاء الأمريكي «ديسكفري» عام ١٩٨٤ تجارب تتعلق بإنتاج بعض الهرمونات ذات المواصفات الحيوية المتميزة في مجال المقاومة الحيوية، ولاسيما للفيروسات المسرطنة، كما انتُجت هرمونات منشطة لكرات الدم الحمراء، وقد أُنتج العديد من الهرمونات في الرحلات التالية عام ١٩٨٥ و١٩٨٨ .

كما لا يراود العلماء أي شك في نجاح أبحاثهم في الزراعة الفضائية باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، لكن المشكلة هي في إدامة هذه العملية وقدرتها على توفير الغذاء لسنين عديدة، وتأثير البقاء الطويل في الفضاء على التغذية البشرية وطبيعتها، واحتمالات نقص الكالسيوم في العظام بسببها، وضرورة تطعيم رواد الفضاء بمواد مستخلصة من الجزر والطماطم لحمايتهم من الإشعاعات الكونية.

(ب) التطبيقات السلمية للهندسة الوراثية العسكرية:

في الوقت الذي تتصاعد فيه الأصوات محذرة من مخاطر استخدام الهندسة الوراثية العسكرية في إنتاج أسلحة فتاكة مثل القنبلة الجينية العرقية المزعومة وفي هتك الأسرار الجينية والبيولوجية للشعوب، فقد ظهرت لها استخدامات سلمية تستفيد منها البشرية في مجال معالجة آثار الجريمة ومحاربة الإرهاب، خصوصا في المجال الكيماوي والبيولوجي.

لذا تتجه أنظار الباحثين نحو الهندسة الوراثية، ويرون مثلا إمكان استخدام مزروعات معدلة وراثيا لتدق جرس الإنذار بغية تحذير السكان والسلطات العامة في حال هجوم إرهابي كيماوي أو بيولوجي وكذلك لكشف الألغام.

● تطبيقات جديدة لأساليب الهندسة الوراثية

هناك مجال كبير لتوسيع نطاق الهندسة الوراثية لتشمل استخدام الكائنات ذات الجينات المعدلة لكشف الأجسام الغريبة الخطرة وغير المرئية مثل المواد المتفجرة بهدف التحذير من وجودها والتخلص منها أوتحويلها إلى مواد مفيدة[١].

وتعتمد التقنية أساسا على تعديل الصفات الوراثية للكائنات الحية بحيث يمكنها التحذير من وجود القنابل والمواد المتفجرة. فعلى سبيل المثال:

١- نحلة للكشف عن القنابل

نجح فريق من الباحثين في معمل أبحاث «ناشيونال باسيفيك نورثويست» التابع لوكالة الطاقة الأمريكية - في إنتاج نوع من النحل المهندس وراثيا يمكن تزويده بلاقطات صغيرة للكشف عن الألغام والقنابل والقذائف التي لم تنفجر بعد، مستغلين قدرة النحل على جذب الغبار وأي مسحوق أثناء طيرانه، حيث يقومون بمتابعة طيران هذا النحل المزود باللاقطات أثناء تجواله لجمع الرحيق من الأزهار وبعد عودته إلى الخلية يقومون بتسجيل وجود أي أثر للمتفجرات من خلال جهاز حديث جرى تصنيعه في معامل أبحاث نيومكسيكو الوطنية.

٢ - نباتات المتفجرات

من الخطورة بمكان، في الوقت الحاضر، استصلاح مواقع الذخيرة القديمة من أجل تشييد مبان فوقها، ولكن ذلك قابل للتغيير إذا ما استخدمت النباتات الرخيصة في استخلاص أو نزع المتفجرات من التربة والماء بتحليلها وتفكيكها. فقد كشفت الأبحاث أنه بوسع النباتات أن تقلل

من خطر النيتروجليسرين وثالث نترات الطولوين TNT، من دون مساعدة من الكائنات العضوية الدقيقة، مثل البكتيريا والفطريات. فقد أوضحت الأبحاث أن نباتات «جار النهر» تستطيع امتصاص مادة TNT والتقليل من خطورتها ولم يعثر على TNT في أنسجتها دليلا على قدرتها على تأييض (تمثيل) هذه المادة. وقد تبين أن هذه النباتات تعالج مادة TNT ومنتجاتها المختلفة في حجيرات خلوية تدعى حويصلات حيث تتحلل هناك قبل أن تفرز، وذلك مماثل للطريقة التي تتعامل بها أكبادنا مع السموم.

كما كشفت الأبحاث أن خلايا نبات بنجر السكر وعصارته تستطيع أن تمتص المادة المتفجرة وأن تقلل من خطورتها. ويقوم العلماء بمحاولات للارتقاء بنظام أعشاب البرك للقيام بأعمال تنظيف رئيسية، وذلك عن طريق عزل ونقل الجينات المسؤولة عن الصفات المطلوبة إلى نباتات يسهل نموها في المناطق المحيطة بمستودعات الذخيرة.

٣ - زهور معدلة وراثيا لكشف الألغام:

كشفت الأبحاث عن استنباط نوع من الزهور لتحديد حدود المناطق الملغومة أطلقوا عليه «كاشف الألغام». ومن خلال بذر بذوره المعالجة وراثيا يستطيع النبات امتصاص ثاني أكسيد المنجنيز فتتحول أزهاره إلى اللون الأحمر. فتجري زراعة هذه الزهور بواسطة الطائرات على المناطق المراد كشف الألغام فيها، وبعد ٥ أسابيع يحدد لون الزهرة حدود هذه المناطق الموبوءة (الملغومة).

- النباتات الاستخبارية:

تقوم وكالة دعم مشاريع أبحاث الدفاع المتقدمة «داربا» المعنية بتمويل الأعمال والأبحاث المتصله بالدفاع عن الأراضي الأمريكية، بتمويل أحد مشاريع الأبحاث في قسم البيولوجيا في «جامعة الدولة» في كولورادو.

ويهدف المشروع إلى استنباط نباتات معدلة وراثيا بحيث تكتسب استجابة خاصة واضحة للعيان إزاء احتمال وجود المواد المتفجرة. وتقوم فكرة المشروع على تطوير مزروعات قادرة على إخفاء لونها لدى احتكاكها بعناصر كيماوية سامة أو بعضويات بيولوجية عدائية، فما تكاد تنتشر مثل هذه المواد حتى تتخلى النباتات «الاستخبارية» الموزعة في شكل مدروس في الأماكن العامة عن لونها الأخضر منذرة ببدء الهجوم.

وقد جرى اللجوء إلى النباتات بدلا من أجهزة الاستشعار المختصة، لأن الناس معتادة على رؤية النباتات وليس الأجهزة منتشرة في المراكز التجارية وبين المكاتب، كما أنها أثناء تأديتها دورها الأمني الراصد، لن تثير شكوك المهاجمين أو فضول المخربين الذين يفككون الأجهزة المشبوهة حال وجودها. وهكذا فإن انتشار النباتات الأمنية المجندة لن يقلق الناس، بل إنها ستمكنهم من ملاحظة فقدان اخضرارها بسهولة إذا تسرب إليها غبار ملوث كيماويا أو بيولوجيا أو المواد المتفجرة.

ويمكن تخيل التوسع في تجييش هذه النباتات المعدلة وراثيا ونشرها في مناطق جغرافية واسعة، كما يمكن تخيل إدخال العامل الوراثي نفسه إلى الأشجار الدائمة الخضرة وإلى طحالب المناطق المائية وأعشابها، بشكل يتيح برمجة أقمار اصطناعية لرصد شامل لأي تغيير لوني نباتي للبيئة بفعل عامل بيولوجي عدائي.

تكمن المشكلة الأساسية لذلك التطبيق في بطء استجابة النباتات أمام التهديد الإرهابي، فالنبتة يمكن تعديل خريطتها الجينية بحيث تخسر اخضرارها في غضون أربع وعشرين ساعة، لكن أن تخسره خلال دقائق أو ثوان فهو أمر غير محتمل، ويبدو أن الرهان على تسريع التخلي عن اللون بغية التحذير الفوري للسكان هو رهان خاسر في المدى المنظور، ومهما كان، فإن نتائج هذه الأبحاث الطموحة لن تصبح ملموسة قبل سنوات عدة.

(ج) تقنية الليزر... السلاح القادم للهندسة الوراثية النباتية :

لم يعد استخدام تقنية شعاع الليزر مقصورا على المجالات الطبية والصناعية والزراعية والعسكرية وحدها، بل تمكن عن جدارة واقتدار من غزو مجالات الهندسة الوراثية النباتية ليصبح السلاح القادم و«المفتاح السحري» لحل العديد من المشاكل والعقبات العملية التي يواجهها هذا المجال من الأبحاث [1].

ونورد فيما يلي بعض المعلومات الأساسية المتصلة بتقنية الليزر:

- **شعاع الليزر :**

هو نوع من الأشعة الضوئية ذو خصائص معينة، ينتج عن تسليط قوة مثل القوة الكهربائية على عينات من الغازات أو المواد الصلبة مما ينشط الإلكترونات في ذرات هذه المواد بطريقة هائلة تستمر لمدة معينة بعدها تستقر هذه الذرات وتنطلق الطاقة التي كانت بها في صورة شعاع ضوئي يتردد بين مرآتين حتى يجري تعظيمه وينطلق بعد ذلك من ثقب دقيق بمواصفات تتسم بالقوة والثبات والتركيز والتجانس والإنتشار في اتجاه واحد ويتأين الشعاع في مكان محدد ودقيق، مما يسمح بالتحكم فيه من دون التأثير في ما حوله وبجعل استخدامه متميزا ودقيقا.

- **أنواع أشعة الليزر:**

اختُرع ليزر الحالة الصلبة عام ١٩٦٠ وهو مادة فعالة على شكل قضيب بلوري أو زجاجي، يستحث بالضوء العادي ويجري تركيزه بعدسات، ثم كان ما يسمى قوس زينون (Xenon arc) وقد استمر استخدام هذا الضوء إلى حين استبداله بأجهزة الليزر الحديثة، وكان أولها باستخدام الأحجار الكريمة مثل الياقوت والزمرد.

ومع التقدم التقني ظهر ليزر الحالة الغازية وهو أنبوبة بلازما ويستحث بالتفريغ الكهربائي، وكان أول نظام ليزر غازي من تصميم وبناء «جامان تبرت» و«هاريوت» عام ١٩٦١م وهو ليزر «الهيليوم ـ نيون» الذي يعتبر أعظم أنظمة الليزر انتشار وأكثرها شيوعا. ومنذ ذلك ظهر

العديد من أنظمة ليزر الغازات باستخدام غازات مختلفة ومخاليط متعددة مثل نظام ليزر غاز الأرجون والكربتون ونظام ليزر ثاني أكسيد الكربون. وقد صُمّم حديثا ميكروسكوب الليزر (Confocal scanning laser microscope) الذي يستخدم في تحديد مواقع تضاعف المادة الوراثية.

● الهندسة الوراثية وشعاع الليزر

استطاع شعاع الليزر أن يلعب دورا حيويا في العمليات الجراحية الوراثية بمساهمته في استحداث طرق جديدة للتحكم الجيني في الخلايا والأنسجة النباتية والعضيات (Organelles). وقد ظهر تأثير تقنية الليزر في زيادة دقة وكفاءة الأساليب الوراثية الآتية:

- عزل الجينات

على الرغم من وجود العديد من أنظمة وأساليب عزل الجينات فإن شعاع الليزر أثبت تفوقه على الأنظمة الأخرى، وتُعزل الجينات المرغوبة باستخدام شعاع الليزر عن طريق تحديد مكانها على الكروموسومات باستخدام الخرائط الوراثية، ثم فصل الجزء الحامل لجينات الصفات الوراثية المرغوبة من الكروموسوم.

وفي الوقت الذي فشلت فيه أساليب الهندسة الوراثية الأخرى في عزل جينات الصفات الوراثية الكمية (Quantitative) التي يتحكم فيها أكثر من جين فإن تقانة عزل الجينات باستخدام شعاع الليزر تقدم بارقة أمل في هذا الاتجاه.

فإذا ما ساعد شعاع الليزر على عزل الجينات التي تتحكم في مقاومة الجفاف والملوحة ودرجات الحرارة العالية (صفات كمية) فإن ذلك يعني إمكان نقلها إلى النباتات المنزرعة، وبالتالي الحصول على أصناف نباتية أكثر تحملا لظروف الجفاف والحرارة الشديدة يمكن زراعتها في المناطق الصحراوية، أو استخدام نسب من ماء البحر في الري بإضافتها إلى مياه الري العذبة، خاصة في مشروعات الأراضي الزراعية المستصلحة.

- نقل الجينات

يعتمد استخدام تقنية الهندسة الوراثية في تحسين الصفات الوراثية للنباتات [٣٨] على وجود أنظمة ذات كفاءة عالية لنقل الجينات المرغوبة إلى الخلايا النباتية التي لها القدرة على التكشف (Regeneration) لتكوين النبات الكامل، لذلك تعتبر خطوة نقل الجينات إلى الخلايا هي حجر الأساس في تجارب الهندسة الوراثية.

ويُنقل الجين ـ الخاص بالصفة الوراثية المرغوبة ـ باستخدام شعاع الليزر عن طريق عمل ثقب دقيق في جدار الخلية المستهدفة يسمح للجين بالدخول إليها. وقد تفوق شعاع الليزر على أنظمة نقل الجينات الأخرى حيث يجري النقل بصورة مرئية وليست عشوائية إلى خلايا معينة سواء كانت مفردة (Single cell) أو في معلق خلوي (Cell suspensiol).

٤ - التهجين الجسدي (**Somatic hybridisation**):

يعتمد التهجين الجسدي على تقنية الاندماج الخلوي (Cell fusion) أي اتحاد خليتين منزوعتي الجدر) (Protoplast) للحصول على خلية واحدة هجين (Hybrid cell) تجمع الجهاز الوراثي للخليتين، ثم حثها على التجدد والتكشف (Regeneration) لإنتاج نبات كامل هجين (Hybrid plant) وقد ظهر هذا الاتجاه للتغلب على العوائق البيولوجية التي تمنع نقل الصفات الوراثية بين الأنواع والأجناس النباتية المختلفة بالطرق التقليدية مثل التهجين الجنسي (Sexual hybridization).

وتجري عملية الاندماج الخلوي باستخدام شعاع الليزر عن طريق عمل ثقب في الجدار الخلوي (Cell wall) المشترك بين الخليتين المرغوب اندماجهما من دون نزع جدرهما - وذلك بعد تقريب الخليتين تماما بعضهما إلى بعض - مما يؤدي إلى الاندماج بطريقة مرئية وتحت سيطرة كاملة.

(هـ) نباتات الهندسة الوراثية... مصدر وقود القرن الواحد والعشرين :

بدأ العلماء في إنتاج الوقود من مصادر نباتية وليست أحفورية مثل البترول. فقد أُنتج الوقود البيولوجي «الإيثيلي» من قصب السكر ووقود الديزل الحيوي من الذرة وبذور اللفت. ويسهم الوقود البيولوجي الآن بحوالي ١٪ من الطاقة المستهلكه في العالم، ويتطلع الاتحاد الأوروبي إلى رفع تلك النسبة إلى ٥٪ خلال خمس سنوات. ويعتبر الوقود الحيوي صديقا للبيئة نظرا إلى عدم مساهمته في الاحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة الجو على عكس الوقود الأحفوري، وذلك لإن الغازات المنبعثة من الوقود البيولوجي تقل بنسبة تتراوح بين ٥٠ إلى ٧٥٪ من الانبعاث الناجم عن الوقود التقليدي، كما أن التوسع في الزراعة سيخفف من أثر الغازات المنبعثة من الأنشطة الأخرى أيضا.

لذا بدأت دراسات الهندسة الوراثية النباتية في إجراء التعديلات الوراثية على بعض النباتات مثل الشعير والذرة لكي تجعلها مصدرا مثاليا لإنتاج الطاقة من حيث الكمية وتكلفة الإنتاج.

(٨) نحو إقامة صناعة تقنية الهندسة الوراثية في العالم العربي

شهدت حضارة الإنسان وتطوره التقني في العصر الحديث قفزات وطفرات وثورات علمية أحدثت تغييرا وتطورا جوهريا في الحياة البشرية، فالأحداث العلمية تتوالى بسرعة مذهلة، وآثارها لا يكاد يدركها خيال؛ فمن ثورة التركيب الذري، إلى ثورة الإعلام، إلى ثورة الاتصالات، إلى ثورة الفضاء، إلى ثورة الإلكترونات، إلى ثورة المعلومات، إلى ثورة الذكاء الاصطناعي، ثم إلى ثورة الهندسة الوراثية. وخير لنا نحن العرب أن تزعجنا وتقلقنا هذه الكوارث من أن نظل أسرى تراث من الأفكار القديمة من دون أن ندرك حجم ما يواجهنا من تحديات وحقيقته، ولكي نكون منصفين مع أنفسنا فلا بد أن نعرف أننا نعيش في مرحلة تحدٍ علمي تقني لا نملك حتى الآن إمكانات مواجهته، في وقت تزيد



فيها إنجازات العقد الواحد من التطورات والتحولات والاختراعات العلمية التقنية الكبرى على إنجازات آلوف السنين التي عاصرتها الإنسانية. هذه الإنجازات سوف تؤدي حتما إلى مفارقات كبيرة وفجوة واسعة تمتد إلى أجيال عديدة في المجتمعات التي لا تملك أسباب العلم.

لذا فإن مشاركة العرب في صناعة التقنية الحيوية والهندسة الوراثية من أجل التنمية تتطلب مزيجا من الواقعية والرؤية والخيال لاقتناص الفرص السانحة لفهم قوانين تقنية الهندسة الوراثية والتدريب عليها وتطويعها لتحقيق مصالحنا. وهو الأمر الذي يتحتم على العالم العربي مواجهته بخطط مدروسة وطموحة تحتاج إلى قدح زناد العقول وبذل الجهود للحوار والمناقشة، قبل أن نتحول إلى متفرجين ومستهلكين، وقبل أن تنهب ثرواتنا الجينية ونفقد الميزة النسبية لمنتجاتنا العربية، ونتحول إلى ضحية لهذه التكنولوجيا، لذا ينبغي أن يخصص العالم العربي الإستثمارات والأطر والمؤسسات لتشكيل جماعة علمية عربية متعاونة بعضها مع بعض وعلى الصعيد الدولي، وتتوافر لها الإمكانات المادية وفق المعدلات الدولية الراهنة لتتعامل مع هذه الثورة الصناعية التقنية.

(أ) خطوات عربية في مجال الهندسة الوراثية :

وقد شهدت الفترة الأخيرة العديد من الخطوات العربية من أجل إقامة دعائم صناعة التقنية الحيوية وتوفير الموارد البشرية المدربة، منها على سبيل المثال إنشاء المعاهد والمراكز والمؤسسات العلمية والبحثية التالية:

- المركز العربي للدراسات الجينية بالإمارات

أعدّ هذا المركز قاعدة البيانات الخاصة بالاضطرابات الوراثية في العالم العربي المعروفة باسم CTGA، ومنذ ذلك الحين توسعت تغطية قاعدة البيانات لتشمل أكثر من ٩٠٠ علّة وراثية وُصفت في الشعوب العربية. وعلى الرغم من أن الجهود تتركز على واقع الأمراض الوراثية في دولة الإمارات العربية المتّحدة، فإن قاعدة البيانات CTGA تحوي أيضا معلومات مفصّلة عن بعض الأمراض الوراثية في الدول العربية الأخرى. كما يقوم المركز بتنظيم دورات وورش عمل ومؤتمرات وإصدار وإعداد الدراسات والتقارير في مجال الدراسات الجينية.

- مجمع دبي للتقنيات الحيوية والأبحاث

يعد أول مبادرة من نوعها على مستوى العالم لإقامة منطقة حرة مخصصة بالكامل لأنشطة التقنيات الحيوية، ومن المنتظر أن تخصص دبي ٤٠٠ مليون دولار للمشروع. ومن المقرر إنجاز المرحلة الأولى منه في مطلع عام ٢٠٠٦ .

ويعد هذا المشروع خطوة جديدة في خطط ومشاريع انتقال المنطقة إلى عصر المعرفة، ونقلة نوعية في توجه دولة الإمارات العربية المتحدة لتعزيز زخم نموها الاقتصادي وتعزيز مكانتها على المستويين الإقليمي والعالمي.

وسيقام المشروع في المنطقة المجاورة لمشروع «دبي لاند» على مساحة إجمالية قدرها ٢١ مليون قدم مربع، فيما من المنتظر أن يصل إجمال مساحات المباني والمنشآت ضمن المجمع إلى أكثر من ٣٠ مليون قدم مربع تشمل مجموعات متنوعة من المعامل والمختبرات ومراكز الأبحاث والتطوير المصممة خصيصا لتلبية احتياجات هذا المجال إضافة إلى المختبرات المعقمة وحاضنات الأعمال، كما سيوفر المشروع مساحات مكتبية مختلفة وأبنية سكنية لتوفير فرص معيشية توائم احتياجات العاملين بالمجمع. وفي مجال تشجيع الأفكار والمشروعات الجديدة، سيخصص المجمع ذراعا تمويليا تنحصر مهمته في توفير الدعم المالي للمبادرات البحثية وحاضنات الأعمال والمشروعات المشتركة.

- معهد بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية بمدينة مبارك للأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية بمصر.

يهدف هذا المركز إلى تحسين وتطوير الخبرة والمعرفة في مجال التقنية الحيوية والهندسة الوراثية وتنفيذ المشروعات البحثية التطبيقية في هذا المجال، بالإضافة الى فتح آفاق التعاون بين مصر والدول المتقدمة والارتقاء بسمعة البحث العلمي في مصر وإدرار عائد مادي قومي يساعد على مواصلة الأنشطة اللازمة لعملية التنمية.

- البنك القومي للجينات بمصر

يسعى البنك للحفاظ على الأصول النباتية والأصول الحيوانية المحلية والكائنات الحية الدقيقة حيث تتعرض هذه الأصول لجملة من الأخطار والتغيرات المناخية المستمرة، كما يقوم البنك بعمليات طويلة ومستمرة تشمل الاستكشاف والحصر والجمع والتوصيف والتقييم والحفظ لجميع أصول مصر الوراثية، كما سيُدرس التباين في الصفات الوراثية داخل كل نوع على حدة والتباين بين هذا النوع والأنواع الأخرى.

- مدينة التقنية الحيوية بالسعودية

تعتبر أول مدينة للتقنية الحيوية في منطقة الشرق الأوسط، وسوف يكون مقرها في جامعة الملك عبدالعزيز بجدة، وتبلغ مساحتها مليون متر مربع، يجري تطوير البنية التحتية فيها لتكون مدينة تقنية ذات بنية تحتية فائقة، ومواصفات تقنية عالية، وخدمات مساندة متكاملة لخدمة قطاع التقنية لحيوية في وعاء علمي اقتصادي متناغم يكون أكبر صرح علمي تقني في منطقة الشرق الأوسط.

ويهدف هذا المشروع الكبير إلى أن تشغل مساحة هذه المدينة التقنية العديد من الشركات الصناعية العالمية المعروفة، كما يشمل إنشاء عدد من حاضنات الاعمال لتحويل ابتكارات الافراد وافكارهم من مجرد خيال إلى واقع ملموس.

ويعتبر مشروع مدينة التقنية الحيوية قيمة مضافة واضحة إلى المملكة العربية السعودية تستطيع به الخروج إلى الأسواق العالمية عن طريق جلب وجذب التقنية وشركاتها للاستثمار



في السعودية بعد تهيئة بيئة استثمارية مميزة للمستثمرين، علاوة على توفير فرص عمل للأيدي العاملة السعودية التي تستطيع أن تعي بمرور الوقت المفاهيم والمحاور التقنية وبالتالي إشراكهم في الأسواق العالمية واحتضانهم وخروجهم إلى حركة الاستثمار العالمية، كما ويساعد هذا المشروع على سرعة نقل التقنية والمعرفة التقنية للشركات والجامعات السعودية.

- المركز الخليجي للهندسة الوراثية والتقانة الحيوية للنبات بقطر

سيخدم هذا المركز جميع دول مجلس التعاون الخليجي في مجالات تطوير بحوث الهندسة الوراثية وتحوير الصفات الوراثية في مجموعة من المحاصيل الاقتصادية المستوطنة. كما سيساهم المركز الجديد في حفظ وتسجيل جميع الموارد النباتية الرعوية والطبية المحلية إضافة إلى تسجيل براءات الأبحاث وحفظها وكذلك تدريب الكوادر الوطنية بدول مجلس التعاون.

وتتطلع دولة قطر إلى أن يكون العمل في هذا المركز على المستوى الإقليمي والدولي وذلك من خلال ارتباطه بالمنظمات الدولية والمؤسسات ومراكز الأبحاث المتخصصة في هذا المجال.

(ب) إستراتيجية عربية للهندسة الوراثية والتقنية الحيوية:

لقد امتدت تطبيقات الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية إلى جميع أوجه حياتنا اليومية؛ مما يصعب معه أن تقوم دولة بمفردها بإعداد خطة تنمية اقتصادية للاستفادة من هذه الثورة الصناعية لزيادة معدلات إنتاجها القومي وبناء كفاءات بشرية قادرة على الخوض فيها. ولما كانت دول الوطن العربي بما تملك من مقومات وأسس مشتركة ومبادئ وقيم دينية وأخلاقية تفرض عليها الحفاظ على شكل من أشكال التقارب والتعاون فيما بينها لتحقيق التكامل العربي المنشود، وخصوصا ما ينعكس على مستقبلها الاقتصادي والحضاري ووجودها بوصفها كيانا مؤثرا في خريطة العالم المستقبلية، فإن السؤال الذي يطرح نفسه الآن هو: أين هو العالم العربي من هذا كله؟ لقد قامت بعض الدول العربية مثل مصر والسعودية والكويت والأردن وتونس والمغرب بإعداد خطط (إستراتيجيات) قومية للهندسة الوراثية والتقنية الحيوية بما يوافق ظروفها المحلية. كما قامت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم عام ١٩٨٩م بتنظيم عقد المؤتمر الأول لآفاق التقنية الحيوية المتقدمة في العالم العربي بالاشتراك مع عدد من المؤسسات والجهات العلمية العربية. وفي عام ١٩٩١م أُقرّت دراسة عن وضع الهندسة الوراثية في العالم العربي.

ولكن بعد أن فاتنا عصر الذرة والحاسوب والفضاء فإن العالم العربي مطالب بتكثيف الجهود لكي نلحق بركب الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية، ولا نظل جزءا منعزلا ومتخلفا تقنيا عن العالم. ويمكن أن يحصل ذلك عن طريق تحديد أسس الاستفادة المثلى عربيا من هذه التقنية، وتحديد منطلقاتنا ومبادئنا وأهدافنا وآلياتنا من أجل الاستخدام الأمثل للطاقات البشرية والإمكانات المادية والتقنية المتاحة.

ويمكن أن يحصل ذلك باتباع الخطوات التالية:

● جمع المعلومات والبيانات عن الخبرات المكتسبة والممارسات المتبعة عالميا في مجال الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية وتوثيقها، وتشخيص فجوات المعرفة والإدراك، والسعي إلى بناء قاعدة علمية «عربية» لنقل المعرفة العلمية والتقانية الحيوية وتوطينها، مع عدم إهمال عمليات تطوير التقنيات المحلية واستخداماتها.

● اعتماد الميزانيات والتعجيل في تطبيق جميع الإجراءات والتدابير الفاعلة المؤثرة.

● إصدار القوانين والأنظمة والتشريعات اللازمة.

● إقامة «الشبكة العربية للتقنية الحيوية والهندسة الوراثية»... وذلك عن طريق تنسيق الأنشطة البحثية لمعاهد ومراكز البحث العلمي العربية المتخصصة في هذا المجال.

● إنشاء المركز العربي للهندسة الوراثية والتقنية الحيوية.

المركز العربي للهندسة الوراثية والتقنية الحيوية

في عام ١٩٤٥م وجدت الدول الأوروبية نفسها متخلفة عن ركب العلم الأمريكي في مجال بحوث الجسيمات الأولية، ولم يكن باستطاعة أي منها منفردة أن تنهض بهذا العبء بسبب تكاليفه المالية الباهظة. وقد تعاونت الدول الأعضاء «لإنشاء المركز الأوروبي للبحوث النووية» المعروف باسم سيرن (Cern) ليصبح أهم صرح علمي في مجال الجسيمات الأولية. وكذلك بعد هزيمة اليابان بسلاح غامض ومهلك لا قدرة لها على مقاومته. قال حكيم ياباني: «لقد هُزِمنا بسلاح صنع في المعمل، وعلينا أن نبدأ من جديد في المعامل».

وبعد أن تلقى العالم العربي الكثير من الهزائم والنكسات بأدوات تقنية تمت صناعتها في المعامل، وتحول إلى مستهلك أو متفرج مسلوب الإرادة على هذه الأدوات التقنية، فقد حان الوقت لأن يكون للعالم العربي نصيب - ولو ضئيلا - في استثمار تقنية الهندسة الوراثية والمشاركة في تشكيلها وتطبيقها؛ حتى لا يزداد اتساع الفجوة الحضارية الضخمة التي تباعد بيننا وبين الدول الصناعية الكبرى، ولا سيما أن العالم العربي يمتلك أسس هذه التقنية، وهي الموارد الوراثية. ويمكن أن يحدث ذلك بإقامة المركز العربي للهندسة الوراثية والتقنية الحيوية. ويمكن لهذا المركز أن يقوم بالأنشطة العلمية الآتية:

● تنفيذ البحوث الأساسية والتطبيقية في مجالات تقنية الطب البشري الجيني، وتقنية الطب الشرعي الجيني، وتقنية الهندسة البروتينية الصيدلية، وتقنية المعالجة الحيوية، والتقنية الحيوية البيئية، وتقنية الاستنساخ الحيوي النباتي والحيواني، وتقنية إنتاج الكائنات المعدلة وراثيا، والتقنية الحيوية البحرية.

● حماية الموارد الوراثية واستغلالها عن طريق إنشاء «بنك الجينات».

● وضع خطط للإعلام والتعليم في مجال الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية وتنفيذها.

● وضع الإطار القانوني لحماية الملكية الفكرية التقانية الحيوية.

● وضع خرائط استثمارية تقانية حيوية للاستخدام في الإنتاج الصناعي والزراعي، مع ترجمة تلك الخرائط إلى مشروعات إنتاجية محددا بها مختلف مؤشرات الجدوى الاقتصادية.

(٩) خاتمة

تشير كل الدلائل والإرهاصات إلى أن هذا القرن هو قرن من يمتلك المعرفة، ومن يستطيع تطويعها لمسايرة التطور والنهضة الحديثة. وهذا التطويع هو الشرط الأساسي لتجنيب الشعوب العربية تداعيات الظواهر العالمية التي يموج بها عصرنا الحالي، ووقايتها من شرورها المتمثلة في الهيمنة العسكرية والاقتصادية، والتبعية الثقافية، وطمس الهوية ومسخ الشخصية الوطنية.

فلم يعد اكتشاف الذهب أو النفط، ولا غزو الأراضي واستعمار الشعوب، هو الذي يوصل إلى القوة الاقتصادية أو الهيمنة الثقافية، بل تُوصلنا إليها القدرة على كتابة البرامج المعلوماتية وفك رموز الجينات، أي امتلاك المعرفة في جميع الفروع والتخصصات.

فمعظم الدول العربية والإسلامية تدخل في نطاق الدول النامية التي لاتزال بعيدة عن مجال الهندسة الوراثية. فالهندسة الوراثية المحتكرة في الدول الصناعية الكبرى يمكن أن تكون سلاحا مدمرا لو أسيء استخدامها، وهذا ما يدفع إلى المطالبة بضرورة دخول العالم العربي والإسلامي إلى هذا المجال الحيوي المهم حتى لا يعتمد على علماء الغرب وحدهم في توظيف هذا العلم لخدمة قضايا تنموية في بلاد المسلمين، لأن الضوابط الأخلاقية في هذه الحاله غير مضمونة والانتماء غير متوافر. فعلى سبيل المثال، في الوقت الحالي لا نستطيع التمييز بين الجين المنقول من الخنزير في صناعة الجبن والسجق والأدوية أو الجينات المتوافرة في الأصناف نفسها. الأمر الذي يفرض على العالم الإسلامي أن يكون لديه رؤية مستقبلية في مجال الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية، وذلك من أجل وضع منهجية إسلامية رشيدة لأخلاقيات الهندسة الوراثية [٤٣] بحيث تلتزم بتعاليم الإسلام وتتمثل مقاصده وقيمه وغاياته من دون أن تعطل العقل أو تعوق حرية البحث والتفكير. حيث إن مادة البحث التي تتعرض لها الهندسة الوراثية هي كل الكائنات الحية التي خلقها الله، سبحانه وتعالى، ولأن واجب البحث فيها فريضة إسلامية من أجل إعمار وترقية الحياه على الأرض.

المصادر والمراجع العلمية

1 وجدي سواحل (١٥) كتاب «موسوعة الهندسة الوراثية» ١٩٩٨/٢٠٠٠ «أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالقاهرة اتجاهات الهندسة الوراثية: من عهد قدماء المصريين حتى عصر الجينات»، «الهندسة الوراثية ونباتات القرن القادم»، «عالم حيوانات الهندسة الوراثية»، «حرب الجينات»، «الهندسة الوراثية البشرية»، «عالم الجينات الحفرية»، «الأغذية الجينية»، «الهندسة الوراثية والأمن المائي العربي»، «عالم الجينات البشرية»، «عالم الكائنات الدقيقة المهندسة وراثيا»، «مختارات في الهندسة الوراثية»، «صناعة الوعي البيوتكنولوجي»، «الهندسة الوراثية والألفية الجديدة»، «الهندسة الوراثية البشرية: قضايا وآراء إسلامية»، «الهندسة الوراثية: أساليب وتطبيقات ومخاطر»

2 أحمد مستجير (١٩٩٦) «الشفرة الوراثية للإنسان» سلسلة عالم المعرفة العدد ٢١٧ ـ المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

3 Inc., USA. Klug, W. & Cummings, M. (2006) Concepts of genetics. Prentice - Hall,

4 Chenn, P. (1997) Microorganism and Biotechnology. London: John Murry press.

5 رستيفاني يانشنكي، ترجمة أحمد مستجير (١٩٩٠) «هندسة الحياة ـ العصر الصناعي للبيوتكنولوجيا» ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب.

6 Waster, J. and Tooze, J. (1981) The DNA Story: A documentary history of gene cloning" W.H. Freeman and Co., USA.

7 Watson, J. (1980) The double helix: A personal account of the discovery of the structure of DNA. W.W. Norton and Co. New York, USA.

8 والتر تروت أندرسون ـ ترجمة أحمد مستجير (١٩٩٨) «عصر الجينات والإلكترونات» دار سطور للنشر ـ القاهرة.

9 محمد عبد المحسن معارج (١٩٩٦) «المدخل إلى الهندسة الوراثية»المجلة العربية للعلوم ـ العدد ٢٨، ص ١٠٠ ـ ١١٢ .

10 سامية التمنامي (١٩٩٦) «الوراثة البشرية. الحاضر والمستقبل» سلسلة العلم والحياة (١) مركز الأهرام للترجمة والنشر / القاهرة

11 فتحي محمد عبد التواب (١٩٩١) «بيولوجيا ووراثة الخلية» ـ الدار العربية للنشر والتوزيع ـ القاهرة.

12 عاصم محمد علي (١٩٨٨) «الهندسة الوراثية وتطبيقاتها» مؤسسة دار الشعب للصحافة والطباعة والنشر / القاهرة

13 Micklos, D. and Freyer, G. (1990) DNA Science. Cold Spring Harbor Lab. Press, USA.

14 Miller, J. (1996) Discovering molecular genetics. CSHL Press, USA.

15 Mitra, S. (1996) Genetic engineering: Principles and Practice. MacMillan India Limited, New Delhi.

16 New Delhi ،Rastogi, S. (1996) Cell and molecular biology. New age international publishers.

17 عبد الباسط الجمل (١٩٩٨) «عصر الجينات» ـ دار الرشاد ـ القاهرة.

18 زينب شحاتة مهران (١٩٩٩) «أسرار ... الخلية!». مجلة العلم (مصر) ـ العدد ٢٧١ ص ٦٨ ـ ٦٩ .

19 زينب شحاتة مهران (١٩٩٩) «لغة الحياة... سر غامض!» مجلة العلم (مصر) ـ العدد ٢٧٢ ص ٤ ـ ٥ .

20 فوزي عبد القادر الفيشاوي (١٩٩٥) «ماتبشر به البيتكنولوجيا في مزرعة الحيوان» المجلة الزراعية ـ العدد ١٠ ص ٣١ ـ ٣٦ .

21 فوزي عبد القادر الفيشاوي (١٩٩٥) «الجينات تعالج البيئة» مجلة العلم (مصر) ـ العدد ٢٢٦ ص ٤٢ ـ ٤٥.

22 محمد عثمان علي (١٩٩٨) «تقنيات الهندسة الوراثية وأطفال الأنابيب» مجلة «العلميون» (مصر) ـ العدد ١٨ ص ٦١ ـ ٦٣ .

23 محمد سيد سلامة وإسماعيل عبد الحميد (١٩٩٨) «دور الهندسة الوراثية في المكافحة البيولوجية للآفات» مجلة «العلميون» (مصر) ـ عدد يوليو ص ٤٢ ـ ٤٦.

24 بدر خالد الخليفة (١٩٩٤) توظيف العلوم الجنائية لخدمة العدالة. مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

25 شريف ضياء الدين (١٩٩٩) «الجينات والسلالات» ـ وكالة فييم للإعلان ـ القاهرة.

(27) Sawahel, W. (1997) Plant Biotechnology Education Programmes: From School to University. Daya Publishing House, India.

26 أحمد مستجير (١٩٩٩) «قراءات في كتبنا الوراثية» سلسلة إقرأ ـ العدد ٦٤٣ ـ مؤسسة دار المعارف / القاهرة.

27 بسام الصفدي (١٩٩٥) «استخدام تقانات زراعة الأنسجة في تربية النبات» مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي ـ العدد ٢ ص ١٣ ـ ٢٠ .

28 عيسى صيودة (١٩٩٧) «هل يتجه عالمنا نحو مجاعة المجاعات... أم أن الهندسة الوراثية ستجد الحل للمعضلة» مجلة التقدم العلمي ـ العدد ٢٠ ص ـ ١٣ .

29 مدحت صادق (١٩٩٨) «صناعة القرن القادم... خضراء» مجلة العربي _ العدد ٤٧٣ ص ٦٢ ـ ٦٦ .

30 محمد كمال بحر، فؤاد عبد الرحيم أحمد، محمود محمد صقر (١٩٩٩) «التكنولوجيا الحيوية النباتية: زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية» الشركة العربية للنشر والتوزيع – القاهرة / مصر.

31 محمد سيد سلامة (١٩٩٩): «التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية وتطبيقاتها» مجلة «العلميون» (مصر) ـ العدد ٢٢ ص ٥٢ ـ ٥٦ .

32 محمد محمد كذلك (١٩٩٩) «البيوتكنولوجيا... أمل العالم الثالث» مجلة «العلم» (مصر) ـ العدد ٢٧٠ ص ٦٤ ـ ٦٥ .

33 أحمد محمد ندا (١٩٩٩) «دراسات جزيئية على جينات الجفاف في البقوليات» المجلة الزراعية (مصر) ـ العدد ٤٨٥ ص ٤٨ ـ ٥٩ .

34 Sawahel, W. and Okenu, D. (1997) Transforming biomedical education for the gene age. Daya publishing house, India.

35 Sawahel, W. (1997) Plant genetic engineering: From A to Z. Daya Publishing house, India.

36 Sawahel, W. (1997) Plant genetic transformation technology. Daya Publishing house, India.

37 Maloy, S., Stewart, V. and Taylor, R. (1996) Genetic analysis of pathogenic bacteria. Cold Spring Harbor Laboratory press, USA.

38 جون يوستبحيت «الميكروبات والإنسان»، ترجمة عزت شعلان، سلسلة عالم المعرفة (٨٨)، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٨٥م.

39 سعيد محمد الحفار، «البيولوجيا ومصير الإنسان، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٨٤م.

40 ناهد البقصمي، «الهندسة الوراثية والأخلاق،» سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٩٣م.

41 مصطفى إبراهيم فهمي (١٩٩٥) «مستقبلنا الوراثي: علم التكنولوجيا الوراثية وأخلاقياته» المكتبة الأكاديمية – القاهرة / مصر.

42 إدوارد بوكسين، ترجمة أحمد مستجير (١٩٨٥) «في الهندسة الوراثية - صناعة الحياة - من يتحكم في البيوتكنولوجيا» - مكتبة غريب / القاهرة.

43 لؤي الشافعي (١٩٩٩) «قرصنة ... الجينات!» مجلة «العلم» (مصر) - العدد ٢٦٩ ص ٦٦ - ٦٧، ٥٢ - ٥٣.

44 عبد الباسط الجمل (١٩٩٦) «هندسة الجينوم والبيئة الفضائية» مجلة «العلم» (مصر) - لعدد ٢٤٢ ص ٢٤ ٢٧.

45 Churchill S. (1997) Fundamentals of Space Life Sciences. (Krieger, Malabar).

46 محمد زكي عويس (١٩٩٩) «مستقبل العلم» - سلسلة إقرأ [٦٤٨]- دار المعارف - القاهرة.

47 Sawahel, W. (1997) Biotechnology policy and action plan for economic development in the third world. Daya publishing house, India.

48 Sawahel, W. (1997) Biotechnology development: The Asian experience. Daya publishing house, India.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

العلاج بالجينات : آفاق مستقبلية في عالم الطب

د. موسى الخلف (*)

يهدف هذا المقال إلى تقديم وشرح آخر التطورات والمستجدات في مجال استخدامات الطرق الجينية الحديثة في طب المستقبل، حيث تبدو في الأفق ملامح بزوغ علم جديد أو اختصاص نادر وخلاق، ألا وهو طب الجينات (Genetic Medicine)، الذي تعود بدايته إلى عام ١٩٩٠. وسيتطرق المقال إلى الآمال والتطلعات التي تتطلع إليها المجتمعات والأفراد من هذا العلم الجديد، الذي ساعدت في بروزه وبقوة جملة من التطورات العلمية وبخاصة الكشف الكامل عن مكونات الجينوم في نهاية عام ٢٠٠٤.

كما سيتم عرض المخاوف من الاستخدامات غير الشرعية لطرق العلاج الجيني، ومخاوف البعض من استخدام طرق المعالجة الجينية بغرض تغيير الطبيعة الجينية للجنس البشري، بما يسمى عمليات تحسين النسل على المستوى الوراثي (Genetic Enhancement)، ومن أهم ما سنعرضه هو فكرة مفادها أن طب المستقبل سيعتمد على ما يسمى (The Magic Bullet) أو الرصاصة الصائبة أو الأدوية الذكية ويتجلى باستخدام جزيئات ذات طبيعة جينية قادرة على إصابة الهدف المراد بكل دقة وذكاء، وبهذا يتم إدخال تعبير آخر في مجال العلاج الطبي، ألا وهو الدواء الشخصي (Individualized Medicine)، أي أن الهدف المراد تحقيقه

(*) أستاذ علم الجينات بكلية الطب - جامعة الكويت.

في نهاية الأمر هو تأمين الدواء بشكل موجه ليناسب الشخص المريض نفسه، وليس كما هي الحال الآن، حيث إن الدواء المتوافر ليس موجها بشكل فردي وإنما بشكل جماعي، ولذلك فإن الدواء نفسه الذي يشفي شخصا ما قد لا يفيد آخر مصابا بالمرض نفسه. وسيتم التطرق إلى التحدي الآخر وهو إمكان توقع المرض قبل أن تظهر أعراضه، وبكلمة أخرى سنسأل عما إذا كان الأطباء سينجحون في استخدام الحروف الأربعة التي تكون اللغة التي كتب بها الجينوم بشكل يمكنهم من تحقيق هذه التحديات؟ وهذا فإن محور المقالة سيكون العصر الجينومي وولادة اختصاص طبي جديد وهو «طب المورثات وجراحتها»، وسيتم طرح الأبعاد السياسية والاجتماعية التي يطرحها هذا العلم، وسأتطرق إلى الحديث عن الفوارق بين ما هو مسموح القيام به كتصليح الأخطاء الوراثية في الخلايا الجسدية وعرض ما يشكل القلق الأكبر والتحدي القوي للإنسانية، وهو ما يمكن أن يريده البعض، وهو تصليح الأخطاء على مستوى الخلايا التكاثرية، وبهذا سأناقش موضوع تحسين النسل بالتلاعب بالجينات. وإمكان ذلك على المستوى التقني، وسأترك باب النقاش مفتوحا وخاصة ما يتعلق بالجانب الفلسفي لما سيحدثه هذا الفرع الطبي الحديث.

الباب الأول : الطب الجيني... الأبعاد السياسية والاجتماعية المتوقعة

يقصد بمصطلح الطب الجيني أو المعالجة الجينية الطرق التي تعتمد على معالجة المرض بواسطة إدخال الجينات السليمة إلى جينوم المريض، ويتم فيها استبدال الجينة المريضة (المعطلة) أو إصلاحها لتستطيع العمل من جديد، وهذا العلم أو الفرع الطبي الجديد قد اعتمد على التقدم العلمي الهائل الذي تم تحقيقه خلال السنوات القليلة الماضية في مجال فهم طبيعة المادة الوراثية، الذي يعود بأصوله إلى بداية الخمسينيات من القرن الماضي. ويمكن القول إن التقدم الرائع الذي حققته البشرية في بداية القرن الحالي والذي تجلى في اكتشاف اللغة الجينومية، أي بمعرفة الأحرف المكونة للجينوم البشري، كان له الأثر الأكبر الذي مهد لولادة هذا الفرع الجديد في الطب، وهو ما يسمى بالطب الجينومي أو طب الجينات، الذي يتوقع أن يحمل، وكأي فرع من فروع الطب، فوائد جمة للأفراد والمجتمعات، فسيتمكن العلماء قريبا من معرفة جميع الجينات المسببة للحالات المرضية، وبهذا سيتمكن الأطباء من تشخيص المرض وبدقة لا مثيل لها، بالإضافة إلى مقدرتهم على التنبؤ - بشكل تفصيلي - بالتطور السريري للمرض، وسيعرفون درجة القسوة والخطورة بناء على نوع الجينات التي نحملها، ومن الفوائد الأخرى لطب الجينات أنه سيصبح من الممكن لأي شخص أن يتعرف على قائمة الأمراض التي سيصاب بها في حياته، وليس فقط ماهية المرض بل وتوقيته، ويتم ذلك اعتمادا على نوع الجينات التي يملكها ذلك الشخص، وعندما يعرف الشخص ماهية المرض الذي سيصيبه قبل

وقوعه بفترة طويلة من الزمن، فإن ذلك سيساعده في اعتماد الأسلوب وطريقة الحياة الملائمة والمناسبة (Life Style) له، وسيتمكن حينها من استخدام الأدوية التي ستستأصل المرض قبل وقوعه وتمكنه من الجسم، ونتيجة للتقدم السريع في علم الجينوم فسيتمكن العلماء، في يوم ما، من تفهم الآليات الجزيئية المسببة للأمراض، وبهذا سيكون ممكنا تطوير واكتشاف الأدوية المناسبة لكل مرض وسيترتب على ذلك اختراع أدوية من نوع جديد (الأدوية الذكية) تعالج المرض في أساسه من دون أن تكون لها أعراض جانبية، كما هي الحال لمعظم الأدوية المتوافرة في يومنا هذا.

وعلى الرغم من الفوائد الكثيرة التي يحملها أو التي يبشر بها العصر الجينومي فإن هناك تحفظات كثيرة وأسئلة ترد على أذهان المجتمعات والأفراد، ومجمل هذه الأسئلة يتعلق بالجوانب الأخلاقية والشرعية والاجتماعية التي قد يفرزها العصر الجينومي. وقد أخذت المجتمعات والحكومات في بعض الدول بالحسبان، وبدأت تناقش وتحلل ما يمكن أن يحدث فعندما وضع الكونجرس الأمريكي ميزانية البحث العلمي لعام ١٩٩٠ لدعم مشروع الجينوم البشري فإنه أوصى بتخصيص ٥٪ من هذه الميزانية لتأسيس هيئة عليا وظيفتها دراسة النتائج السلبية المتعلقة بأخلاقيات المجتمع والجوانب الشرعية والاجتماعية، التي قد تفرزها تطورات العلوم الحديثة، ومن أهم الوظائف المنوطة بهذه الهيئة هي كيفية المحافظة على سرية المعلومات الجينية للأشخاص والمجتمعات، على أن تُستَخدم هذه المعلومات بشكل شفاف، ودرست الهيئة كيفية توظيف التطورات التقنية في مجال الجينوم لاستخدامها في علاج الأمراض، والجانب الآخر الذي عالجته هذه الهيئة هو ما يتعلق بأخلاقيات البحث العلمي (جوانب دينية، فلسفية، أخلاقية، اقتصادية، اجتماعية) والتركيز على نشر الثقافة العلمية بين الناس (**المرجع** ١). وللعلم فإن دولة أيسلندا (Iceland) قد قررت القيام بعملية مسح جيني لجميع سكانها البالغين ٢٧٥ ألف نسمة، وقد منحت عقدا تجاريا لشركة علمية خاصة مهتمة بالتقانات الحيوية وتسمى Decode Genetics للقيام بعملية المسح، وهناك تساؤلات كثيرة تفرزها عملية المسح الجيني ومنها ما يتعلق بالمحافظة على المعلومات الجينية للأفراد، ومن سيكون المسؤول عن ذلك؟ وفي حالة أن الشركة حققت أرباحا نتيجة للمعلومات التي حصلت عليها بعملية المسح الجيني، فمن هو صاحب الحق في هذه الأموال، أو كيف سيتم توزيعها بطريقة عادلة؟ وهنا تبرز التداعيات الاقتصادية لعصر الجينوم، وبكلمة أخرى فإن السؤال الذي يطرح نفسه: **من هو صاحب الحق في امتلاك المعلومات الجينية؟** وقد حذت دولة استونيا حذو أيسلندا ومنحت شركات من القطاع الخاص عقودا ضخمة للقيام بعملية المسح الجيني لسكانها البالغ عددهم مليونا ونصف المليون نسمة. ولفهم أكثر لهذه التساولات والتحفظات التي قد ترافق أو تتزامن مع بزوغ العصر الجينومي؛ فإن القارئ يستطيع العودة

إلى المقال الرائع الذي كتبه عضوا الكونغرس الأمريكي توم داشل وجيمي جيفورد ونُشِر في مجلة العلوم الأمريكية في عام ٢٠٠١ تحت عنوان: «الجوانب السياسية للعصر الجينومي» (**المرجع ٢**).

وهناك تيار آخر من الأفكار (**المرجع ٣**) التي تدعو إلى الكف وبشكل كامل عن الأبحاث التي تتعلق بالوراثيات بما فيها معالجة الأمراض عن طريق الجينات، ويشكك أصحاب هذا التيار في أن طب المستقبل سيعتمد على الجينات ويتساءلون بتهكم عما إذا كانت المعالجة عن طريق الجينات ستكون في طريقها لأن ترث الطرق الكيميائية التي يعتمد عليها الطب حاليا، وفي الوقت الذي يعترفون فيه بأن الطب الوراثي سيحسن في صحة البشر وبشكل سريع، يقولون إن شركات الأدوية الجينية الجديدة تبالغ في دعايتها. ومن جهة أخرى يقولون إن هذه الأدوية ستستخدم ليس فقط لمعالجة الأمراض، ولكنها أيضا ستُستَخدم في تجارب التحسين الوراثي، وإن ذلك الاستخدام سيكون حصرا لبعض الفئات في المجتمع وليس للمجتمع كله، وإن هذا الاستخدام وراءه دعوات عرقية ضيقة، حيث تدعو إلى أن يسود عرق بشري معين مقابل القضاء على العروق الأدنى وراثيا، ويستشهد رواد هذا الاتجاه بالفيلم التخيلي GATTACA مثالا للتميز العرقي الذي تدعو إليه بعض الفئات في العالم (**المرجعان ٤ و٥**). ويدافع أصحاب هذا الرأي عن أنفسهم بالقول إن هناك عوامل جينية تتدخل في أمور فسيولوجية كثيرة، كالطريقة التي يعالج بها الجسم المواد الغذائية التي يمتصها، والطريقة التي يتفاعل بها الجسم حين تعرضه للعوامل الخارجية، ولكنهم يقولون إن هذه الأمور لا تشكل عاملا مهما في صحة الفرد الإجمالية، ويقولون إن البشر يتشابهون جينيا بما يعادل ٩٩,٥٪، ولذلك فإن الاختلاف الجيني بمقدار ٠,٥ في المائة ليس له عامل كبير لصحتنا، ويعتقدون أن الشفاء الوحيد هو الذي يأتي من الداخل وليس بالمعالجة الخارجية، سواء كانت جينية أو كيميائية أو حتى فيزيائية (**المرجع ٦**). ويعتقد مايك آدم أن للهندسة الوراثية فوائد كثيرة لو استخدمت بالطرق الصحيحة، ولكنه يضيف بأن المجتمع الإنساني الحالي ليس ناضجا لكي يستخدم هذه الطرق القوية، خاصة فيما يتعلق بإعادة البرمجة الجينية للفرد، وهو يعتقد أن مرحلة النضج هذه تحتاج إلى عوامل كثيرة غير متوافرة حاليا، ولكنه لا يغلق الباب نهائيا، حيث يعتقد أننا في يوم ما قد نصل إلى ذلك، ويقول «أنا مع الهندسة الوراثية ولكن ليس اليوم: ولكني معها بشكل قوي غدا».

ستتدخل الهندسة الوراثية ليس فقط في صحتنا، ولكن في كل شيء من حولنا، فسوف تتدخل في وجودنا وصيرورتنا، ويمكن أن تستخدم الطرق الجينية بطريقة ذكية بشكل تستبق فيه المرض، أي أن تساهم في استبعاد المرض قبل وقوعه فنحن نعرف أن داء السكري وأمراض القلب والشرايين تنتج عن خلل في جسم الإنسان بسبب أن الطاقة السهلة المنال التي

يحصل عليها الإنسان في أيامنا هذه عن طريق المأكل والمشرب لا يتم التخلص منها بشكل ملائم نتيجة لتغير طرق حياتنا، وبالتالي تحصل السمنة والبدانة، التي هي المسبب الرئيسي للأمراض السابقة الذكر فماذا لو تصورنا أن تتم هندسة شخص ما بطريقة وراثية يكون فيها الشخص فاقدا لشهوة الأكل الزائدة بعد أن نقوم بإعادة برمجته وراثيا تجعله ينظر إلى الأكل الشهي بازدراء، على أن يستخدم فقط حاجته، وبهذا تكون قد ساهمت المعالجة الجينية في القضاء على مرض القلب قبل وقوعه، بالإضافة إلى الفائدة الاقتصادية الضخمة إذا تصورنا أننا جميعا نتميز بهذه الصفة وصدق رسول الله صلى الله عليه وسلم إذ يقول: «**نحن قوم لا نأكل حتى نجوع وإذا أكلنا لا نشبع**». ويكفي أن تتصور أن يستطيع العلماء تغيير البرامج الجينية المسؤولة عن عملية التذوق لدى الإنسان، ونتيجة لذلك تخف لديه عملية التذوق للسكريات ومشتقاتها، وللعلم فإن هناك جينات محددة ومعروفة لدى البشر تكون مسؤولة عن عملية التذوق التي تقوم بها مستقبلات خلوية مختصة، وتنتج عنها تفاعلات كيميائية دقيقة، تدفع بالشخص إلى اشتهاء الحلويات أو غيرها من المأكولات، فالكلاب مثلا لن تقبل أن تشرب البيبسي كولا، حتى لو كانت مبردة بأفضل الطرق، أو أن تتلذذ بأنواع الكنافة المختلفة لأنها لا تملك الجينات الخاصة بذلك. وستعرف أنت حقيقة عمل الجينات في هذا المجال لو قدمت أطيب أنواع الشوكولاتة، فإنك لن تغير رأي الخنزير بتناولها بدلا من عشقه المعروف للقذارة، وهكذا فماذا ستكون النتيجة لو استطاع العلماء تغيير الجينات المحبة للسكاكر بجينات أخرى تحب الخضروات وبعض الفواكه التي تزود الجسم بحاجياته الضرورية؟ وستكون النتيجة القضاء التام على أمراض القلب والسكري وجميع الأمراض الناتجة عن السمنة والكولسترول وكل الشحوم والدهون، وسيرتاح حينها الرجال من دفع تكاليف شفط الدهون لنسائهم، وحينها سيزداد معدل الأعمار إلى عشرات السنين، بالإضافة إلى التوفير الذي تحققه وزارات الصحة نتيجة إغلاق بعض مستشفياتها وعدم الحاجة لشراء الأودية باهظة الأسعار. ومن أهم ما يمكن للجراحة الجينية القيام به هو التعديل في جينات الرجل الذي هو وراء كل المآسي الناتجة عن الحروب؛ لأنه هو الذي يأذن بالحروب، وهو الذي يسهر على استمرارها، وهذا طبعا موجود في برامج جيناته، فهل رأيت في يوم ما أو سمعت أن هناك امرأة خططت لحرب ونفذتها ووجدت الأسباب لأن تستمر فيها إلى النهاية حتى لو كانت خاسرة؟! بالطبع لا لأن بنيتها تختلف عن الرجل الذي يتميز بحبه لامتلاك الأرض، وهو يسهر ويتعب وقد يموت في سبيل أن يؤمِّن لنفسه طريقة يتكاثر بها، ولهذا فإن الهندسة الوراثية وعلم الجينات قد تساعد الإنسانية في التخلص من هذه الصفات التي قد تجر البشرية في يوما ما إلى الفناء، والمراد هنا ليس تحويل الرجال إلى نساء، بل على العكس أن يبقوا رجالا، ولكن مع قليل من الرحمة والمحبة بعضهم لبعض، وقليل من التفهم للآخر ولو كان كل الناس كذلك لصفقت عاليا

للهندسة الجينية، وأنا على يقين بأن هذا الأمر يحتاج إلى أن يناقش بشكل أوسع من أصحاب الاختصاص في الأمور الفلسفية، ولكن يبدو أن الأمر غير ذلك وهو معقد، حيث إن القارئ لتاريخ البشرية يستنتج أن هذه الصفات الجينية وما يترتب عليها بقيت معنا منذ وصولنا إلى هذا الكوكب، وأنا أعتقد أن التربية وحدها قد فشلت إلى الآن في التخلص منها، ولذلك فإن الأمل الوحيد هو في الهندسة الجينومية، التي ستكون قادرة ودون أدنى شك على استئصال هذه الصفات التي تعكر صفو البشرية وسعادتها.

الباب الثاني: التشخيص الجيني... الفوائد والأضرار

وقبل أن نتحدث عن إمكان علاج الأمراض بواسطة الجينات، فإننا سنتحدث عن التقدم الهائل الذي مكن الأطباء من القدرة على تشخيص معظم هذه الأمراض باستخدام طرق التشخيص الجيني، التي جاءت إحدى ثمرات مشروع الجينوم البشري في بداية هذا القرن، والذي كان نتيجته تحديد بنية الجينوم البشري بشكل دقيق، ونقصد هنا بالتشخيص الجيني عندما يذهب أحد المرضى إلى الطبيب بسبب معاناته من مرض ما، وحين يشك الطبيب في أن المرض قد يرجع إلى خلل وراثي ما، فإنه سيطلب وقتئذ من المريض القيام بتحليل بعض مورثاته، ويتم ذلك باستخدام طرق معينة (وللعلم فإن هذه الطرق سهلة المنال وهي الآن مطبقة في معظم مستشفيات الدول) لقراءة الحروف والكلمات التي تتكون منها جينات المريض؛ ليتأكد الطبيب من صحة تسلسل الحروف التي تتكون منها المورثة المسؤولة عن الخلل، حتى يتم تحديد الخلل (العطب) في حروف كتابتها، على أمل أن يتم تصحيحه بطرق العلاج الجيني، و(**الشكل ١**) يوضح الطريقة التي كتبت بها إحدى جيناتنا التي اكتشفناها في عام ١٩٩٢، وهي تنتمي إلى الجينة المسؤولة عن إنتاج مستقبل هرمون الإستروجين Estrogen receptor gene، وهكذا فإن الحروف التي كتبت بها مورثاتنا يجب أن تكون صحيحة ومجرد الزيادة (إدخال حرف جديد) أو النقص (حذف أحد الحروف الموجودة أصلا) أو التغيير (تبديل بحرف آخر)، ولو لحرف واحد بطريق الخطأ، قد يؤدي إلى قتل الإنسان نتيجة إصابته بمرض معين. وهكذا فإن نتيجة التشخيص الجيني ستسمح للطبيب بالاطلاع على أسرار خاصة ومهمة عن المريض، تعني الشيء الكثير، ليس فقط بالنسبة إليه وإنما، وكما سنرى لاحقا، بالنسبة إلى عائلته وأقربائه، خاصة مخافة أن تذاع هذه الأسرار الخاصة بعائلة المريض.

بفضل التقدم في التقنيات الوراثية، فقد أصبح ممكنا قيام المختص عن طريق هذه التقنيات بالتشخيص الجيني، أي تمكنه من قراءة ما يريد من صفحات الكتاب الذي تتألف منه الذخيرة الوراثية (Genome) (شاهد التعريف) التي تميز وبشكل فريد كل شخص على حدة، ويمكن القيام بعملية التشخيص الجيني، أو قراءة اللغة التي كتبت بها معلوماتنا الوراثية،

لكل شخص في مراحل مختلفة من حياته، فيمكن أن نقوم بذلك قبل عملية الولادة، أي خلال مراحل الحمل (Prenatal Diagnosis) كما يمكن أن نقوم بها بعد الولادة (Postnatal Diagnosis) أو حتى بعد الموت لتحليل مادة الـ «د.ن. أ» التي تمتاز بالقدرة على تحمل الظروف الصعبة من دون أن تفسد ويمكن أيضا أن يتم التشخيص الجيني للجنين وهو في مرحلة التكوين الأولي، والذي لا يتجاوز خلايا معدودة (**المرجعان** ٧ و٨). وتقوم الآن معظم دول العالم بمسح جيني على جميع النساء خلال فترة الحمل لتشخيص بعض الأمراض المعروفة كمرض البيلة الفينولية Phenolketonuria، ومتلازمة داون Down's Syndrome، وأمراض أخرى تصيب الأطفال في مراحل مبكرة من حياتهم، وتؤدي إلى نتائج وخيمة على الصحة، حيث يتم إجهاض هؤلاء الأطفال في مراحل مبكرة من الحمل. ويتحقق ذلك باستخدام طريقة دقيقة تسمى سلسلة الـ «د.ن.أ» أو DNA Sequencing (قراءة الرموز التي تكون المادة الوراثية) وهي طريقة بسيطة تستغرق ساعات قليلة، تنتهي بالحصول على معرفة ترتيب الأحرف التي تتألف منها إحدى صفحات الموسوعة الضخمة التي تتكون منها ذخيرتنا الوراثية، ويمكن لهذه الصفحة أن تميز شخصا ما عن مليارات الأشخاص الآخرين. وسنتحدث عن الفوائد المأمولة من التشخيص الوراثي بالإضافة إلى الجوانب التي تتعلق بحقوق الفرد، وكرامته في داخل المجتمع، وما سيترتب على ذلك من آثار حين تتحول المعلومات الوراثية التي تميز كل فرد وتمثل سر حياته إلى معلومات يستطيع من خلالها أشخاص آخرون الاطلاع على تلك المعلومات. وحقيقة الأمر فإن الاطلاع على المعلومات الوراثية للفرد من قبل عائلته أو جيرانه أو محيطه الاجتماعي بشكل عام سيخلف أثرا كبيرا في علاقة ذلك الفرد بهم، حيث إن المطلع على هذه المعلومات سيتعرف على نقاط القوة والضعف الكامنة في ذلك الشخص، فتصور، على سبيل المثال، أنك مصاب بمرض وراثي وهو لا يظهر واضحا على جسدك، أو من خلال تصرفاتك، وأنت ترغب في أن يبقى هذا الأمر (المرض المخفي) سرا دفينا من أسرارك (ولك الحق في ذلك)، ولكن من يطلع على اللغة التي كتبت بها المورثة المسؤولة عن المرض سيكتشف يقينا ومن دون أي لبس، مرضك الذي تحاول إخفاءه عندئذ، وهنا يجدر بك الاستعداد لمجابهة كل التبعات كنتيجة لنشر هذا النوع من الأسرار، وقد تكون أنت نفسك لا ترغب في معرفة ذلك مسبقا، ولنضرب مثلا على ذلك بمرض هنتنجتون (Huntington syndrome)، فهذا المرض العصبي الذي يصيب الدماغ لا يظهر على الشخص إلا بعد سن الأربعين أما قبل ذلك فإن المصاب بالمرض لا يظهر عليه أي شيء من أعراض هذا المرض المعروفة، ويعيش الإنسان حياة سعيدة لا تختلف عن حياة أي شخص آخر. ويبدأ المريض الإحساس بعدم التوازن في الحركة وبعض الهيجان اللاإرادي Excitation، بالإضافة إلى الهلوسة والهذيان Hallucination، وتكون للمرض نتائج وخيمة تؤدي إلى الموت خلال فترة خمس إلى عشر سنوات بعد ظهور أعراض المرض

(في الغرب يموت بعض هؤلاء المرضى بالانتحار غالبا). ينتقل هذا المرض بطريقة سائدة (Autosomal Dominant)؛ أي أن المرض ينتقل حين يكون أحد الأبوين حاملا للمرض، ويصيب كلا الجنسين. وتعد الطفرة التي يصاب بها الإنسان من الطفرات الديناميكية، بمعنى أنه قد تحصل على الطفرة المسببة للمرض دون أن تظهر أعراض المرض على أي من الوالدين، ويعد في هذه الحالة أحد الوالدين ناقلا للمرض أو ناقلا للطفرة (Carrier)، ولكن من دون أن يصاب به هو، ولكن الأجيال الأخرى من بعده ستصاب بالمرض فعليا (Affected). والجدير بالذكر أنه لا يوجد أي نوع من العلاج لهذا المرض، ولذلك فإن السؤال الذي يطرح نفسه: ما فائدة أن يعلم الطبيب مريضه بأنه مصاب بمثل هذا المرض؟ ولذلك فإن توافر إمكانات التشخيص المبكر لهذا المرض سيطرح أسئلة ليس لها أجوبة في الوقت الحاضر ومنها:

١- ما التأثير النفسي في الشخص المصاب حين يعلم سلفا أنه سيصاب بهذا المرض حين يبلغ سن الأربعين؟ وكيف سيعيش حياته قبل هذه السن؟ وما تأثير ذلك في حياته العائلية أو المهنية؟ وما الفائدة في أن يعلم أحدنا بأنه سيصاب بهذا النوع من الأمراض؟!

٢- ما الذي سيكون عليه موقف المجتمع من ذلك الشخص؟ وكيف سيعامله المجتمع في حياته المهنية والشخصية؟ وهل سترضى إحدى الفتيات بالزواج منه؟ وفيما إذا كانت لديك ابنة أو أخت فهل ستوافق على زواجها من ذلك الشخص؟ وإذا كنت رب عمل فهل سترضى بأن توظف هذا الشخص لديك وأنت تعلم مسبقا أنه سيترك عمله في الأربعين من عمره؟ وإذا كنت رئيسا لإحدى الجامعات فهل ستوافق على إيفاد وتدريب هذا الشخص وأنت تعلم أن هذا الشخص ربما سيعود ومعه المؤهل العلمي ليكون أستاذا جامعيا، ولكنك تعلم أيضا أن مرضه سيجبره على ترك الجامعة وهو في سن الأربعين، قبل أن يحقق التزاماته، خاصة أنه لن يخدم جامعتك إلا لفترة وجيزة من الزمن مقابل التكاليف الضخمة التي أنفقت عليه؟ وماذا لو كنت قائدا عسكريا فهل ستختاره للعمل العسكري وحيثياته الدقيقة والممتدة زمنيا، أنت تعرف أن مرض الرعاش سيقعده وهو في منتصف العمر؟ وفي النهاية ما تأثير ذلك كله في المريض ذاته؟ بل كيف سيتأقلم ذلك المسكين مع سحب البشر التي تمطر إشفاقا أو تجنبا وحذرا مؤلمين؟ ويُخشى الآن في المجتمعات الغربية التي تتبع سياسة التأمين على الصحة والحياة أن يستبعد هؤلاء الأشخاص من التأمين على صحتهم إذا استطاعت شركات التأمين الاطلاع على أسرار مورثاتهم.

٣- والسؤال المحوري الذي يطرح نفسه: من صاحب الحق في حيازة هذه المعلومات التي تعد من الأسرار الشخصية؟ وما عقوبة من ينشرها أو يذيعها من دون إذن صاحبها؟ وهل سيحق لرب العمل الاطلاع عليها مسبقا؟ وهل يحق للزوج أن يطلق زوجته أو أن تطلب الزوجة الطلاق من الزوج أو التطليق من القاضي إذا ثبت أن أحدهما مصاب بالمرض، وأن القرين

الآخر قد أخفى ذلك؟! ولذلك يعود السؤال فيما إذا كان يحق للطبيب في الأصل أن يقوم بهذا النوع من التشخيص أم لا؟ وفي حالة قيام الطبيب بالتشخيص فهل يستحسن إعطاء المريض نتيجة التحليل أم لا؟ وما المواصفات التي يجب توافرها في المركز الطبي الذي يُخوّله القيام بهذه النوعية من التحاليل؟ والسؤال الأخير هو فيما إذا كنا نمتلك مورثاتنا حقا أم أن المجتمع هو صاحب الحق في امتلاكها؟ وهكذا فإن هذه القضية تطرح أسئلة كثيرة من النوع الشائك، وقد بدأت بعض المجتمعات تحديد صلاحيات كل جهة من الجهات الثلاث (المريض والطبيب والمجتمع الذي يمثله المركز التخصصي).

الاقتراح المنطقي الذي يطرح نفسه هنا، أنه يجب على المعنيين بسن القوانين في الدول العربية والإسلامية أن يبدأوا دراسة هذه الأوضاع بشكل مفصل مع الأطراف كافة، التي يتكون منها المجتمع المدني، ووضع التوصيات اللازمة لاستصدار القوانين اللازمة قبل فوات الأوان، ولعل أهم الجوانب حيوية وإلحاحا في هذا المجال، هو البعد الفلسفي والأخلاقي الذي يتعلق بحقوق الفرد وتحقيق كرامته.

وعلى الرغم من كل هذه الأسئلة التي طرحت مسبقا، فإنه يجب ألا تغيب عنا كثرة الفوائد الناتجة عن القيام بعملية التشخيص، حيث يستطيع الشخص المصاب أن يجهض أبناءه المصابين بالمرض في المراحل الجنينية المبكرة من فترة الحمل، وهنا أيضا يأتي دور المشرع في مراقبة عملية الإجهاض وتنظيمها، والسؤال الذي يطرح نفسه في هذا المجال هو: هل يحق للأهل أن يجهضوا الجنين المصاب مع المعرفة التامة والأكيدة أن ذلك الوليد سيمرض ولكن بعد أن يعيش الأربعين سنة الأولى من عمره بشكل عادي؟ خاصة أننا لا نعرف إذا كان الطب سيجد الدواء المناسب لهذا المرض أم لا، وأريد هنا أن أقرب الصورة إلى ذهن القارئ: ما هو موقفك لو أنك علمت أن الطب قد أوجد الدواء الآن لطفلك الذي أجهضته منذ سنوات قليلة لمثل هذا السبب؟ وهنا أيضا تحتاج مجتمعاتنا إلى البحث العميق والشامل في المجالين القانوني والشرعي لتنظيم هذه الأمور وللإجابة عن الأسئلة المطروحة بوضوح، وموضوعية، وواقعية وهذا الدور يناط بعلماء الدين والقانون بالإضافة إلى المشرعين، والموقف الصحيح سيأتي فقط بعد قيامهم جميعا بالبحث العلمي الجاد والموجه للإجابة عن هذه الأسئلة، ومن أجل إعطاء الأجوبة التي تلائم مجتمعاتنا العربية والإسلامية وهذا ينطبق على الأسئلة نفسها التي تطرح عادة في موضوع الاستنساخ البشري، وهكذا فإن عملية الموازنة بين إجراء التشخيص وعدمه تتطلب إدراكا علميا عميقا ومسؤولا لكل جوانب المسألة بما فيها المسائل القانونية والشرعية المترتبة على النتائج التي قد تخلفها تلك العملية. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هناك مسافة زمنية شاسعة بين قدرتنا على اكتشاف المرض وقدرتنا على علاجه، فكما ذكرنا نحن نستطيع أن نعرف أن الجنين - ومنذ أيام الحمل الأولى - قد يكون حاملا لمرض

هنتنجتون، ولكننا لا نعرف إلى اليوم كيف نداوي هذا المرض، فهنا يعود السؤال مرة أخرى عن الفائدة المرجوة من تشخيص مرض ما، مع معرفتنا أن هذا التشخيص لن يكون له أي تأثير في حالة المريض، فضلا عن احتمال أن يكون له تأثير سلبي في وضعه النفسي والاجتماعي، وقد ناقش الباحث جيمس بيترسن في كتابه الرائع (**المرجع ٩**) الجوانب التي يمكن أن يفرزها التطور في عمليات التشخيص الجيني وتأثيراتها في المجتمعات الغربية. وفي عام ٢٠٠٣ حاولت من خلال كتابي «العصر الجينومي وإستراتيجيات المستقبل البشري» (**المرجع ٤**) أن أطرح هذا الموضوع على بساط البحث والنقاش لتتم معالجته بشكل علمي لدى المجتمعات العربية والإسلامية. وفي جميع الأحوال فإن التشخيص الجيني الدقيق للمرض بالطرق الحديثة يكون واجبا على الطبيب حين يعرف أن هناك إمكانا لعلاجه بالطرق الجينية الحديثة، التي بدأ العالم - في أكثر من مكان - يعتمد عليها لمعالجة الأمراض الخطرة التي لم يكن لها علاج من قبل، ولكن يجب الإيضاح أن جميع هذه المحاولات، ولأسباب كثيرة سيتم طرحها في هذا الموضوع، لاتزال في طورها الجنيني، وهي لا تعدو أن تكون في طور التجريب على مرضى قبلوا ذلك العلاج التجريبي لعدم توافر البديل.

الباب الثالث: معالجة الأمراض بالجينات... الآمال والتحديات

نشرت مجلة الطبيعة Nature في عددها الصادر بداية عام ٢٠٠٥ مقالة لعلماء من ألمانيا وأمريكا، قدموا فيها طريقة جينية ذكية لمعالجة مرض الملاريا الذي يصيب الملايين في أفريقيا وفي بقاع أخرى من العالم (**المرجع ١٠**). وقد استطاع هؤلاء البحاثة الحصول على لقاح فعال لمرض الملاريا نتيجة لاستيعابهم الطريقة الطبيعية التي تعمل بها جينات الطفيلي الذي يسبب المرض عند الإصابة به، وهو يصيب الكبد ويتكاثر بداخلها نتيجة وجود مورثة هي الوحيدة التي يعتمد عليها الطفيلي للتكاثر داخل الكبد، أي أن الطفيلي الفاقد لهذه المورثة له القدرة على إصابة الكبد، ولكن لن يسبب المرض. وهذه هي الفكرة الذكية التي بنيت عليها طريقة هندسة الطفيلي (اللقاح) جينيا، بحيث لا يحوي الجينة الممرضة، ولكنه يستطيع أن يولد المناعة الذاتية ضد الطفيلي الحقيقي عند الإصابة به، والأبحاث الآن على قدم وساق لكي تتم هندسة فيروس مرض الإيدز بالطريقة نفسها التي تمت بها صناعة طفيلي الملاريا المعدل وراثيا، بحيث يمكن استخدامه كلقاح؛ لأن العلماء فهموا البنية الجينية الكاملة للطفيلي وطريقة عملها بشكل دقيق، وهو ما لم يتحقق إلى الآن بالنسبة إلى فيروس الإيدز. وهكذا فإن معالجة أي مرض وراثي أو جيني عن طريق الجينات تتطلب أن تُفهم آلية المرض وكيفية حدوثه وبشكل دقيق، فكما ذكرنا فإن معالجة مرض الإيدز لم تتم إلى الآن لأننا لم نفهم وبشكل كامل الآلية التي يعمل بها فيروس الإيدز عندما يصل إلى خلايا الدم البيضاء، وبكلمة أخرى فإن

فيروس الإيدز لا يزال يتصرف بطريقة ذكية ويخفي على العلماء طريقة عمله الكاملة، لذلك لم نوفق إلى الآن، وسيتم القضاء على الفيروس بشكل نهائي يوم نفهم طريقة عمله ونمط حياته وكيف يدخل الخلية وكيف ينام ويأكل ويتكاثر، حين ذلك سيكون النصر. وللاطلاع على المراحل الطويلة التي قد تصل لعشرات السنوات أو أكثر حتى يتمكن العلماء من النصر على المرض، وقد تختلف هذه المدة من مرض إلى آخر، فمرض الإيدز اكتُشف في عام ١٩٨٤، ولم يتم إلى الآن إيجاد الدواء الناجع (الشكل ٢).

أ - المعالجة الجينية كفرع من فروع الطب :

يبدو أن هذا الفرع الطبي لم يحقق إلى الآن كل التوقعات التي رسمت له منذ تسعينيات القرن الماضي، ولكن يبقى الأمل في أن هذا الفرع الطبي سيغير كليا طريقة التفكير الطبي المستقبلي؛ فهناك محاولات كثيرة في هذا المجال وما على المتتبع لتطور هذا المجال إلا أن يزور أحد المواقع المتخصصة على شبكة المعلومات (الإنترنت) ليطلع على آخر الأخبار، فمثلا يقدم موقع http://clinicaltrials.gov للناس كل التجارب الدائرة التي تتعلق باستخدام الجينات كدواء لمعالجة الأمراض، فإن زرت الموقع للبحث عن معالجة مرض الزهايمر Alzheimer بالطرق الجينية فما عليك إلا أن تدخل اسم المرض وطريقة العلاج المراد (العلاج الجيني مثلا)، وتضغط الزر لتحصل على أكثر من عشرين جوابا، تشرح لك كل على حدة طريقة العلاج وشروط اختيار المرضى والمرحلة التي توصلت إليها المعالجة الجينية، وبهذا ستتكون لديك فكرة واضحة عن آخر التطورات في هذا المجال، وإن أردت أن تتطلع على ما يجري من تجارب لعلاج مرض السرطان فعليك زيارة الموقع المتخصص في ذلك، الذي يشرف عليه المعهد الوطني الأمريكي للسرطان وهو http://www.cancer.gov/clinicaltrials، وهنا أيضا ستجد كل المعلومات المتعلقة بمعالجة السرطان.

ب - التسلسل التاريخي لتطور طب الجينات :

كما ذكرنا سابقا فإن التطور الحالي لطب الجينات يعود فضله إلى اكتشاف بنية الحمض النووي في عام ١٩٥٣، وإلى التطور الفريد في التقانات الحيوية التي تم اكتشافها في ثمانينيات القرن الماضي، ولكن من أعظم ما دعم وسيدعم مستقبلا هذا العلم الوليد هو ما حققه مشروع الجينوم البشري من قراءة كاملة للجينوم البشري في بداية هذا القرن، والشكل (٢) يوضح أن من أهم ما ساعد على أن يقف هذا العلم على قدميه هو الفهم الكامل للوظيفة الطبيعية للجينات، وكيف يؤدي الخلل في المورثة إلى المرض.

ولإعطاء فكرة عن التطور الزمني لمعالجة بعض الأمراض بالطرق الجينية سنقدم مثلا حالة مرضى الناعور Hemophilia A والذين لا يعانون مشاكل تمنع تخثر الدم عندهم، وهذا المرض يصيب، بشكل مبدئي، الذكور لأن المورثة المسؤولة عن تخثر الدم توجد على الصبغي إكس،

وهي تنتج البروتين المسمى بعامل التخثر VIII، الذي يكون غير موجود في دم المصاب، ولذلك فإن ميوعة الدم عالية وعند الجرح لا يحصل انسداد له ويستمر النزف، الذي يؤدي إلى الموت، وللعلم فإنه يولد في أمريكا وحدها ١٠ آلاف طفل سنويا مصابين بالمرض. ويعتبر هذا المرض من أبرز الأمراض المرشحة للمعالجة بالطرق الجينية، حيث إن العلماء يفهمون بشكل كامل الآلية التي يتم بها، وهناك حاليا أكثر من مركز في العالم يقدم علاجا تجريبيا للمرض، وإليك لمحة عن مراحل تطور العلاج التجريبي لمرض الناعور:

الزمن	طرق العلاج المستخدمة
السبعينيات	يستخرج بروتين التخثر من المتبرعين بالدم، ويتم حقن المريض به ولكن للأسف تبين فيما بعد أن هذه الطريقة ساهمت في إصابة المريض بمرض الهيباتايتس Hepatatis.
بداية الثمانينيات	٧٠٪ من المرضى المعالجين بالطريقة السابقة أصيبوا بمرض الإيدز نتيجة استخدام دم ملوث.
١٩٨٤	تم تحديد واستنساخ الجينة المسؤولة عن عامل التخثر وبهذا أصبح من السهل على الأطباء تشخيص المرض والمصاب به لا يزال في بطن أمه، وكذلك تحديد النساء اللواتي يشتبه في أنهن يحملن الطفرة الجينية.
١٩٨٥	تم اكتشاف أكثر من طفرة جينية في مورثة عامل التخثر وبالتالي فإنه أمكن تشخيص جميع المصابين بالمرض.
١٩٩٠	تم لأول مرة تركيب واستنساخ عامل التخثر بالطرق الجينية للتخلص من إمكان التلوث الفيروسي الذي رأيناه سابقا.
١٩٩٩	أول علاج جيني تجريبي للمريض Don Miller في جامعة بيتسبورج عن طريق حقنة وريدية تحتوي على جينة عامل التخثر بناقل فيروسي.
٢٠٠١	إدخال طريقة تجريبية جديدة وفيها يتم أخذ خلايا جلد المريض التي يتم تعديلها جينيا بطريقة تسمح بإدخال جينة عامل التخثر السليمة إليها، ومن ثم إعادتها للمريض، وبما أن الخلايا من المريض نفسه فإنها لم ترفض مناعيا.
٢٠٠٢	طريقة جديدة لحقن المورثة السليمة بواسطة حامل فيروسي لوكيمي تمت هندسته بطريقة أن يكون قادرا على الوصول والتكاثر في الدم بعد أن تم تجريده من المناطق الضارة التي تميزه.

وهكذا يبدو أن المعالجة بالجينات لمرض الناعور في عام ١٩٩٩ اعتمدت على المعارف والاكتشافات التي تتعلق بفهم آلية المرض وعلى رأسها استنساخ الجينة المسؤولة عن عامل التخثر، وفي واقع الأمر فإن هذا التقدم يعود فضله بشكل رئيسي إلى اكتشاف بنية الحمض النووي التي قدمها للعالم كل من واتسون وكريك في عام ١٩٥٣ (**المرجع** ١١).

من أكثر الأمراض التي عرفت بأنه يمكن معالجتها بالطرق الجينية هو مرض العجز المناعي المسمى Severe Combined Immune Deficiency (SCID)، الذي يكون سببه وجود طفرة المورثة المسماة Adenosine Deaminase (ADA)، التي إذا تعطلت نتيجة لحدوث طفرة فإن الطفل سيولد فاقدا المناعة بشكل كلي، ويكون معرضا للموت في حالة إصابته بأي نوع من الجراثيم، ويوجد لهذا المرض المناعي أكثر من نمط وتتدخل فيه أكثر من مورثة، فعندما تكون المورثة الطافرة موجودة على الصبغي الجنسي الأنثوي (X-Chromosomes)، فإن انتقال المرض من جيل إلى آخر سيختلف عن الطريقة التي سينتقل بها إذا كانت المورثة المصابة تقع على أحد الصبغيات الجسمية (Autosomal Chromosomes)، حيث إن فقدان الإنزيم ADA في خلايا المنشأ (الخلايا المولدة للدم) سيؤدي إلى اضطراب في عمل بعض خلايا كريات الدم البيض (T and B Lymphocytes) الذي سيؤدي إلى موت عند الأطفال نتيجة لأي التهاب بسيط أو نتيجة للسرطان الذي ينتج عن العجز المناعي التام، وتقدر نسبة الأطفال الذكور الذين يولدون مع هذا المرض في إنجلترا بطفل واحد لكل ٥٠ ألف ولادة (لفهم آلية المرض انظر الشكل ٢).

وقد يمكن القول إن طب المورثات قد بدأ فعلا في الرابع عشر من سبتمبر من عام ١٩٩٠، حيث أجريت أول محاولة ناجحة لعلاج مرض وراثي حين تمت معالجة الطفلة Ashanthi De-Silva وهي في الرابعة من عمرها، حيث كانت تشكو من مرض العجز المناعي Severe Combined Immune Deficiency (SCID) وقام العلماء بوضع مورثة ADA سليمة داخل أحد الفيروسات، وبعد ذلك تم إدخال الفيروس (الحامل للمورثة الدوائية ADA) إلى كريات الدم البيضاء المحتوية على الطفرة في البروتين ADA، وبمجرد دخول الفيروس إلى داخل الخلية فإن مادته الوراثية مع المورثة ADA سوف تندمج في داخل جينوم الخلية المريضة (**المرجع** ١٢)، وهذا سيؤدي إلى أن البروتين ADA سيكون متوافرا في الخلية وسيقوم بعمله المعتاد في تمكين الكريات من عملها الدفاعي عن الجسم.

وبالنسبة إلى مرض العجز المناعي، الذي تكون سببه مورثة موجودة على الصبغي إكس، فإن وجود الطفرة في خلايا المنشأ في نقي العظام سوف يمنعها من التمايز الطبيعي لإعطاء كريات الدم البيضاء المسؤولة عن الدفاع المناعي، وهكذا يكون الأطفال الذكور المصابون بهذه الطفرة الوراثية قد حرموا من خلاياهم الدفاعية، وبهذا فإنهم لن يقدروا على مقاومة أبسط

الأمراض التي تؤدي إلى وفاتهم مباشرة بعد إصابتهم بأي جرثومة أو فيروس، وكلنا يذكر قصة الطفل الأمريكي المسمى ديفيد الذي ولد في ولاية تكساس الأمريكية في عام ١٩٧١، وكان أبواه يعرفان أنه سيولد مصابا بذلك المرض، حيث كانا قد فقدا ابنهما الأول نتيجة إصابته أيضا بالمرض نفسه، وكان الحل الوحيد المتوافر أمامهما في ذلك الحين هو أن يوضع (ديفيد) منذ ولادته في غرفة زجاجية معزولة؛ الهدف منها عزله بشكل تام عن العالم الخارجي، حتى لا يتعرض لأي إصابة جرثومية خارجية، وقد بقي يعيش وحده ضمن الغرفة الزجاجية المبسترة لمدة ١٢ عاما، على أمل أن يستطيع الأهل إيجاد الشخص المناسب له مناعيا لكي يتبرع له بنخاع العظم ليتم زرعه له واستبداله بنخاعه الذي يحوي الطفرة، وطوال هذه الفترة الطويلة لم يستطع الأهل العثور على الشخص المناسب، ولذلك قرر أبواه أن ينجبا أختا له (فلو كان المولود ذكرا فهناك احتمال ٥٠٪ أن يكون مصابا بمرض ديفيد نفسه) وبالفعل فقد ولدت أمه أختا له، ولحسن الحظ فإنها كانت مطابقة له مناعيا، وقد تم عزل نخاع عظمها، وقد استخدم الأطباء الوسائل المتوافرة كافة آنذاك للتأكد من أن نخاع عظم الأخت لا يحتوي على أي إصابة جرثومية أو فيروسية، وبعد التأكد من ذلك قرر الأطباء إجراء العملية، وتمت زراعته لأخيها ديفيد ولكن للأسف فإن ديفيد قد فارق الحياة بعد أخذ نخاع أخته، وكانت حسرة الأهل كبيرة عندما علموا أن ديفيد قد مات لأن نخاع أخته كان يحتوي على فيروس «نائم»، ولم يستطع الأطباء تحديد وجود أي أثر له، لأنها (الأخت) كانت تتمتع بجهاز مناعي صحيح، وبالتالي فإن الفيروس بمجرد انتقاله إلى جسم ديفيد استيقظ من النوم، ولم يجد من يقاومه فقتل ديفيد.

علم جراحة المورثات

في داخل اختصاص طب المورثات يبرز، وبشكل قوي، الآن إلى الوجود اختصاص جراحة المورثات، ففي عام ٢٠٠٠ استطاعت مجموعة من الباحثين الفرنسيين بقيادة الدكتورة Marina Cavazza-na-Calvo من مركز البحوث القومي للصحة في باريس، استطاعت معالجة طفلين صغيرين مصابين بمرض العوز المناعي القاسي (Severe Combined Immunodceficiency - x1)، الذي يعزى إلى وجود طفرة في إحدى المورثات الموجودة على الصبغي الأنثوي إكس (X)، ففي حالة وجود عطل في المورثة فإن الأبناء الذكور سيتعرضون للإصابة، أما الإناث فإنهن يحملن المرض ويورثنه إلى ٥٠٪ من أبنائهن الذكور (شاهد نمط توارث الأمراض التي توجد جيناتها على الصبغي إكس في الشكل ٤). ولهذا فإن أعمال مجموعة البحث الباريسية التي تم نشرها في أشهر المجلات العلمية في شهر أبريل من عام ٢٠٠٠ (**المرجع ١٣**) تعد أول عمل حقيقي في مجال الجراحة الوراثية، حيث تمكنوا من إدخال مورثة سليمة إلى نخاع العظم لطفلين مصابين

بمرض ديفيد نفسه، وقد تبين لهم أن خلايا النخاع لدى الطفلين بدأت بالتمايز والتطور لكي تعطي سلالة الخلايا التي تستطيع أن تهاجم الجراثيم والفيروسات، وشرعت تقوم بدورها الوظيفي عند الطفلين، وقد أظهروا في منشورهم أن عدد الخلايا المناعية قد ارتفع عند الطفلين ليصل إلى العدد الموجود نفسه عند الأطفال الذين يتمتعون بصحة جيدة لعدم وجود الطفرة الوراثية في خلاياهم، واستمرت الدكتورة مارينا وزملاؤها في معالجة عدد أكبر من الأطفال الذكور وقد وصل عدد الأطفال المعالجين بالطرق الجينية إلى ١٠ أطفال وكانت النتيجة أن ٨ أطفال قد عادت إليهم الحياة بكل معانيها بعد استخدامهم العلاج الجيني، حيث عادت إليهم خلاياهم المناعية وأصبحت تقوم بوظائفها في الدفاع عن الجسم من الإصابة بالجراثيم والفيروسات ويمكنكم تصور فرحة الأهل في مثل هذه المناسبة، خاصة أن الأطفال المصابين بهذا المرض كانوا يموتون دون أن يستطيع أحد تقديم العون لهم. وفي مفاجأة هزت العاملين في مجال المعالجة الوراثية فقد نشرت مجلة «الطبيعة» في آخر العام ٢٠٠٢ (**المرجع ١٤**) خبرا عن موت أحد هؤلاء الأطفال الذين يتلقون العلاج الجيني بالسرطان، وإصابة الثاني بالأعراض نفسها، وقد أعلنت البروفيسورة Marina Cavazzana-Calvo أنها ستوقف العلاج الجيني على جميع الأطفال الآخرين حتى تتمكن وزملاؤها من معرفة سبب السرطان الذي أصاب الطفل بشكل مفاجئ. وقد ساهمت أفضل مختبرات العالم بالتعاون مع الدكتورة مارينا بدراسة سبب وفاة الطفل، وقد تبين أخيرا أن الناقل الفيروسي للجينة السليمة قد أدخلها إلى مكان حساس في الجينوم، حيث أثر على جينة أخرى نحن بحاجة إليها، وهي الجينة المسماة LOM-2، وهي إن أصيبت بأذى عند الإنسان فسوف تقوده إلى أن يصاب بأحد أنواع سرطان الدم، وهذا هو سبب وفاة الطفل الذي عالجته الدكتورة مارينا (**المرجع ١٥**)، وقالت البروفيسورة مارينا في معرض تعليقها على موت ذلك الطفل: لقد تعودنا كعلماء أن نتعلم من الأزمات وأن نكتشف حلولا لهذه الأزمات، ولكن من أصعب ما يصادفنا نيل الثقة التي يمنحنا إياها المريض (**المرجع ١٦**)، وقد نشرت أخيرا مقالة تؤكد فيها أن المعالجة الجينية لهذا المرض بالطرق التي استخدمتها يمكن أن تستخدم بشكل روتيني بعد أن أدخلت إليها بعض التعديلات، وهذا يعتبر نقطة البداية الأولى في معالجة هذا المرض بشكل روتيني بالطرق الجينية (**المرجع ١٧**). وبفهم سبب موت الطفل هدأت دهشة العلماء قليلا ومنحهم نوعا من الأمل بأن تحسين الناقل الفيروسي يجب إعادة النظر فيه، وهذا ما يحدث حاليا، فالعلماء يركزون أبحاثهم على اكتشاف طريقة جديدة لنقل الجينة السليمة إلى خلايا المريض، يبحثون إن شئت عن سيارة أو أداة نقل سليمة تعرف طريقها الصحيح إلى جينوم خلايا المريض، أي سيارة يتم التحكم بها عن بعد، ليتم دخولها إلى مكان آمن في جينوم المريض، حيث إن هناك في الجينوم مناطق لا يحق لأحد الوصول إليها والسكن فيها، وهذا ما فعله الناقل الفيروسي

فأدى إلى موت الطفل، ومن هنا يبدو أن الأمر ليس بالسهولة أو العشوائية، ولكن يجب أن تكون جميع الخطوات سليمة ومدروسة بشكل علمي واضح ولا غبار عليه، وهذا ما يتوقع الوصول إليه إن شاء الله، وفي جميع الأحوال فإن الدكتورة مارينا وزملاءها بفضل الله استطاعوا أن ينقذوا حياة عشرة أطفال كان الموت ينتظرهم. أما الطفل الحادي عشر فيبدو أن إرادة الله وحكمته غلبت، وقد يكون في ذلك نوع من العبرة، ولكن النتيجة كانت رائعة؛ فإن نجاة عشرة أطفال في عمر الورود من موت محتم تعد أمرا رائعا ولا يمكن وصف عظمة الإنسان الذي قام به، وهذا هو طبعا ما يصبو إليه العلماء الذين تم تسخيرهم للقيام بهذا العمل.

وهناك محاولة أخرى لعلاج مرض فرط الكوليستروليما العائلي (**المرجع** ١٨)، وهو مرض وراثي ينتقل من الأهل إلى أولادهم بالطريقة المنتحية، أي أن الشخص سيصاب بالمرض حين يرث من كلا الأبوين مورثة طافرة (لكل صفة من الصفات توجد نسختان من المورثات: واحدة تأتينا من آبائنا والنسخة الثانية من أمهاتنا) وهكذا فإن خلايا المريض المصاب بفرط الكوليسترول يوجد فيها خلل في نسختي المورثة LDL receptor المسؤولتين عن استقبال الكوليسترول الضار واستبعاده من الدم، وعند وجود العطل في نسختي المورثة فإن الكوليسترول الضار سيرتفع في الدم، ويظهر المرض نتيجة للزواج بين الأقارب، وارتفاع الكوليسترول في الدم سيؤثر في القلب والكبد، ويؤدي إلى تلفهما، ولذلك فإن العلاج الكلاسيكي لهذا المرض هو عملية زرع للقلب أو للكبد، وما تتضمنه من صعوبات وتعقيدات، خاصة فيما يتعلق بتوافر الأعضاء القابلة للزرع، وقد استطاع أحد الباحثين أخذ عينة من خلايا الكبد المصابة من أحد المرضى وأضاف إليها نسخة سليمة من المورثة المصابة وأعاد الخلايا وزرعها في كبد المصاب، حيث تبين له أن الخلايا المزروعة تقوم بعملية تنقية الدم من الكوليسترول الضار، وهذا يعد إنجازا رائعا لهذا النوع من المرضى، وهناك تطلعات إلى أن تتم عملية زرع وإيصال هذه النسخ العلاجية إلى داخل خلايا الكبد المصاب، من دون الحاجة لإخراج الخلايا من كبد المريض.

وهناك مثال آخر يتعلق بإمكان استخدام الجراحة الجينية لعلاج الأمراض النفسية، فقد اكتشف العلماء (**المرجع** ١٩) وجود طفرة في مورثة موجودة على الصبغي الجنسي الأنثوي، وهذه المورثة تكون مسؤولة عن إنتاج الإنزيم Monoamine oxidase A، ووجود الطفرة في داخل الدماغ يؤدي إلى فقدان الإنزيم الذي سيؤثر في مستوى هرمون Serotonin وNoradrenaline، ومن المعروف أن اضطراب تلك المواد الهرمونية في الدماغ سيؤدي إلى دفع الشخص إلى القيام بأعمال إجرامية، وهكذا فإن تصليح الطفرة عن طريق الجراحة الجينية سوف يعيد الشخص إلى طبيعته، وطبعا فإن هذا النوع من الأبحاث له حساسية خاصة، ويتطلب حذرا

شديدا في عملية تفسيره، حيث إن المجتمع سيجد نفسه، أمام بعض الحالات الإجرامية، عاجزا عن فرض العقوبة المطلوبة، وسيسأل القاضي نفسه ألف مرة قبل أن ينطق بحكمه على المجرم، وهنا يعود السؤال المحوري ليطرح نفسه: **هل الإنسان مسؤول فيما إذا خلق وفيه عاهة تؤدي به إلى عمل كالجريمة؟** وهكذا فإن التطور العلمي الذي نعيشه الآن سيفتح المجال لتغيرات واسعة في المفاهيم السائدة في المجتمعات. وفي جميع الأحوال فإن ما يقدمه العلم الآن قد أصبح موضوعا أساسيا في مادة الحوار بين الفلاسفة وعلماء الاجتماع والساسة ورجال الدين، ومن المتوقع أن هذا الحوار سيستمر لفترة طويلة من دون القدرة على إعطاء الإجابة الشافية، وهنا تبرز الخطورة؛ فالخطوات التي يسير بها العلم قد تكون أسرع من تلك التي يقطعها المجتمع في مفاهيمه وثوابته. ومن الأمراض الأخرى المرشحة للعلاج بطريقة الجراحة الجينية مرض داء السكري (Diabetes)، حيث إن العلاج المتوافر حاليا يعتمد على حقن مادة الأنسولين التي يتم تصنيعها في داخل جرثومة صغيرة، حيث يتم إدخال مورثة الأنسولين إلى داخل خلايا البكتيريا، ويتم السماح للبكتيريا بالتكاثر في وسط مغذ ملائم، وستقوم مورثة الأنسولين بصنع بروتين الأنسولين بكميات كبيرة، حيث يمكن عزله وتنقيته من البكتيريا، وهذا الأنسولين النقي هو الذي يتم حقنه لمرضى السكري لعدة مرات في اليوم الواحد، وهذا أمر غير مريح بالنسبة إلى المرضى، ولذلك فإن العلماء والأطباء المختصين بعلاج السكري يبحثون عن طريقة علاج أفضل، وتتجه الانظار إلى العلاج بالجينات، ويجرب العلماء الآن إمكان الحصول على خلايا المنشأ التي تعطي خلايا جزر لانجرهانس التي توجد في البنكرياس، وتفرز الأنسولين، والتي تحتوي على المورثة السليمة التي تركب الأنسولين. ويفكر العلماء في زرع هذه الخلايا في بنكرياس الشخص المصاب بداء السكري، ولكن المشكلة التي تعترضهم هي أن جسم المريض يقوم برفض الخلايا المزروعة وإبعادها من البنكرياس، ولذلك فإن جهود العلماء تتركز الآن على حل اللغز وراء عملية الرفض، وهناك أكثر من مختبر يحاول الحصول بطرق الهندسة الوراثية على خلايا يتم قبولها وعدم رفضها بعد القيام بتغيير في البرامج الجينية التي تشغل الخلية؛ كأن يتم مثلا استبعاد بعض المورثات الموجودة داخلها، أو إضافة مورثات أخرى قد تكون ضرورية لتلاؤم الخلية مع البنكرياس المضيف. والحقيقة هي أن خلايا البنكرياس المضيف لها القدرة على أن تتعرف على الخلايا المزروعة بواسطة بعض البروتينات الموجودة على غلاف الخلايا المزروعة، وهذه البروتينات تلعب دور الرادار الذي يرسل بعض الأمواج التي تتعرف عليها الطائرات وهي في السماء، ولذلك فإن معرفة مصدر هذه الأمواج هو عبارة عن جينات محددة سوف تحل مشكلة الرفض المناعي، الذي سيتجلى وبشكل بسيط باستئصال جراحي لهذه المورثات للخلايا المراد زرعها، وبالتالي فإنه سيكون من الممكن زرعها لكل الناس المصابين بداء السكري، لأن خلايا البنكرياس لديهم

لن تتعرف على الخلايا المزروعة وستعدها صديقة لها، أو ربما لا تشعر بها أو بوجودها في البنكرياس، وبالتالي ستبقى في الجسم وستقوم بإفراز الأنسولين مباشرة، وعندها لن تكون هناك حاجة لهم لأخذ الإبر المؤلمة مرات عديدة في اليوم الواحد (الشكل ٥). والشكل (٦) يوضح اتساع رقعة استخدام تقنيات العلاج الجيني على المستوى العالمي، وإلى لحظة إعداد هذا البحث فنحن على ثقة بتضاعف عدد التجارب العلاجية وكذلك تزايد عدد الحالات التي سيتم اعتمادها من قبل الحكومات.

كل المحاولات التي ذُكِرت تعتمد على تطبيب المريض نفسه، ولا تتدخل في إزالة المرض من نسله اللاحق، وهذا ما يسمى بمعالجة المورثات الجسمية أو الجسدية (Somatic gene therapy)، وتشمل الخلايا الجسمانية جميع الخلايا التي تكون الجسم، باستثناء نوعين من الخلايا، هما النطف والبويضات، أما المعالجة التي تمتد إلى معالجة المريض نفسه، بالإضافة إلى نسله، فإنها تسمى معالجة المورثات الجنسية (Germ line gene therapy)، وهي التي تركز على معالجة الخلايا الجنسية (نطف وبويضات) والتي لم يسمح حتى الآن بممارستها في أي بقعة من العالم، وذلك لخطورة هذا النوع من التجارب التي لا يعرف مدى خطورتها على أجيال المستقبل. ولذلك فإن الجهود العلمية تتركز الآن على تطوير وتحسين أساليب معالجة المورثات الجسدية، وعدم المساس بالمورثات الجنسية. وعلى الرغم من المراقبة الصارمة دوليا على ممارسة المعالجة الوراثية باستخدام الخلايا الجنسية التكاثرية، فإن هناك من يؤيد استخدامها وحججهم في ذلك أن الطبيب يجب أن يستخدم كل الطرق المتوافرة لعلاج مريضه، وكذلك فإن من حق الأهل أن يطالبوا بإصلاح الخلل الكائن في خلاياهم الجنسية، حتى يرزقوا بأطفال أصحاء وهم يوقنون بأن العلم التجريبي، يجب ألا يتوقف وألا تفرض عليه أي قيود. ومعظم الآراء التي تعارض استخدام التقنيات الجينية الجديدة على الخلايا التكاثرية تشير إلى الأخطار التي قد تسببها المعالجة الجينية للخلايا التكاثرية على الأجيال القادمة، وخوفهم من أن تُستَخدم هذه الطريقة لإدخال تغييرات دائمة على الجنس البشري، وما ستؤدي إليه من نتائج لا يمكن التكهن بها **(المراجع ٢٠ و٢١ و٢٢)**.

والسؤال الذي يطرح نفسه هو عن نوعية الأمراض والعيوب التي تصيب الإنسان، والتي يتعين علاجها بطرق الجراحة الجينية؟ وهناك اتفاق تام على أن الأمراض الخطيرة، كالسرطان وأمراض الدم والأمراض العقلية والعقم وغيرها كثير، يجب معالجتها بالطرق الوراثية. وهنا يبرز سؤال آخر عن الحالة التي ستؤول إليها المجتمعات، حيث تغدو مجتمعات خالية من الأمراض. وعن كيفية تأثير ذلك في العلاقات الاجتماعية، ثم ما الحدود التي يجب اصطناعها لذلك، وقد يسأل سائل: إذا استطاع المجتمع أن يداوي كل الأمراض الموجودة الآن،

عندئذ بأي نوع من المرض سيموت البشر؟ وهل الغاية من ذلك هي إطالة عمر الإنسان؟ ولكن إلى أي مدى؟ ومن البدهي أن هذه النوعية من الأسئلة ستبقى مطروحة إلى أمد بعيد...!

الأمر المهم هو أن نحدد تعريف المرض بدقة، فتصور، مثلا، أن العلم سيكون قادرا على تغيير لون الجلد، فبدلا من أن تبحث عن المرأة الشقراء، يمكنك الزواج من السمراوات ولكن سوف ينجبن أولادا يحملون مورثات باللون الذي تختاره، وهناك أمر التحكم في جنس الجنين وقد شرع العلم يتحكم فيه فعلا، وهناك أيضا عملية التحكم بمورثات الذكاء والإبداع، فهل يمكن أن نعدل صفات البشر لتكون كاملة؟! وهل ستكون هذه القضايا وما قد يمكن عده مماثلا بالقياس، مسموحة؟! تصور أن ذلك أصبح ممكنا، فما شكل المجتمع الذي سيعيشه هؤلاء المعدلون وراثيا.

إستراتيجيات الطب الجيني

أي طريقة جينية في علاج الأمراض تحتاج أولا إلى تحديد الجينة المراد تصليحها أو تبديلها أو القضاء عليها، فهناك بعض الأمراض الناتجة عن عطل في أحد الأحرف التي تتكون منها الجينة، وهذا النوع من الأعطال يمكن تصليحه بتصحيح الغلط الموجود، وبمعنى آخر يمكن تشبيه العملية بمسح للحرف الوارد بشكل خاطئ بالمادة البيضاء، التي اعتادت أن تستخدمها السكرتيرة سابقا لتغير الحرف الذي طبعته بشكل خاطئ على آلتها الكاتبة، وهناك بعض الأمراض التي تنتج عن فقدان الجينة كلها أو جزيء مهم منها؛ مما يؤدي إلى فقدان البروتين الذي اعتادت على صناعته، وفقدان هذا البروتين قد يؤدي إلى موت بعض الخلايا التي تعتمد في حياتها عليه، ومثال تلك الأمراض مرض الحثل العضلي الذي حمل اسم العالم دوشين Duchenne Muscular Dystrophy وتكون النتيجة أن تهزل العضلات ولا تقدر على النمو، ويتحول الجسم إلى هيكل عظمي من دون لحم يكسوه ويموت المريض بسبب فقدان الجينة، وفي هذه الحالة فإن العلاج الجيني يعتمد على إدخال جينة كاملة مكان الجينة المفقودة لتقوم بعملها ولتحافظ على حياة العضلات، أما الحالة الأخرى فتكون الجينة موجودة ولكنها نتيجة لسبب ما قد فقدت السيطرة على نفسها وأصبحت تعمل بشكل مفرط، مما يؤدي إلى زيادة في كمية البروتين الذي تنتجه، وهنا يجب على المعالجة الجينية أن تحل مشكلة الزيادة في كمية البروتين، وهذا النوع من الخلل نجده في حالات كثيرة من أنواع السرطان، وهنا ولتخفيف كمية البروتين يجب استخدام جينات معينة لها القدرة على تنظيم عمل الجينة التي خرجت عن السيطرة أو أن تستخدم جينات معينة لها قدرة على قتل الخلية السرطانية وعدم المساس بالخلايا السليمة، وهنا تكمن المشكلة الأساسية في معالجة أمراض السرطان، وهي كيف نستطيع أن نوجه الدواء الجيني إلى الخلية السرطانية دون غيرها، وكيف يمكن لهذا الدواء الجيني أن يعرف أن هذه خلية سرطانية وغير مرغوب فيها، ويجب أن يتخلص منها؟ ولذلك

فهناك أبحاث كثيرة في هذا المجال تعتمد على فهم الفوارق الموجودة بين الخلية السرطانية والخلية السليمة، حتى يتم تلقين هذه الفروق إلى الجينة المعالجة أو إلى الناقل الذي يحملها، كأن نتصور أن نكتشف على نواقل (Vectors) للجينات لا تدخل الخلية السليمة وتتسابق فيما بينها للدخول إلى الخلية السرطانية، كأن نضع فيها جزءا يكون مغناطيسه في الخلية السرطانية، وهناك بحوث تجري على إيجاد نواقل (شاهد التعريف) للجينات تتنشط في الخلايا السرطانية، وعندما تدخل الخلية السليمة فإنها تتخدر وتنام، وبهذا لا تؤثر في الخلية السليمة، وفي حقيقة الأمر فإن هناك صعوبة كبيرة تواجه العلماء في كيفية صنع الناقل الذكي الذي لا يضل الطريق ويفعل كما حدث مع أحد مرضى الدكتورة مارينا عندما أخطأ الناقل هدفه ودخل إلى منطقة جينية محظورة، مما أدى إلى قتل المريض بمرض لم يكن فيه وإنما جاءه نتيجة تخريب الناقل لإحدى الجينات الضرورية أو نتيجة لتنشيط الجينة التي دخل مجالها، وهذا ما يحدث عند إصابتنا بالسرطان.

وهكذا فإن الغاية من المعالجة الجينية هي أن يتم إدخال قطعة من الـ «د. ن. أ» إلى الخلية التي لا تعمل نتيجة لفقدانها تلك القطعة، ويتم إدخال هذه الجينة المفقودة بعد تركيبها اصطناعيا (انظر الشكل ٧) باستخدام طرق كثيرة تختلف في فعاليتها، والجدول التالي يبين التقنيات والوسائل التي يستخدمها العلماء في نقل الجينات إلى الخلايا:

الوسيلة	طريقة العمل
فيروس	يتم دمج الجينة المراد نقلها في داخل جينوم الفيروس، ويتم تعريض الخلايا للعدوى بالفيروس الذي سيدخل الخلايا حاملا معه الجينة حيث سيدفعها إلى تركيب البروتين المفقود.
الفيروسات الرجوعية Retroviruses	فيروس مادته الوراثية من الـ «ر. ن. أ» يحمل نسخة الجينة المراد نقلها بشكل ر. ن. أ، وعندما يلج الفيروس إلى الخلية فإن ر. ن. أ الجينة ستحول إلى نسخة من الـ «د. ن. أ» التي تندمج في جينوم الخلية المضيفة، التي تتقصها تلك الجينة وتبدأ في إعطاء البروتين.
الجسيمات الشحمية Liposome	وهي عبارة عن فقاعات دهنية تُدخَل الجينة المراد نقلها بداخل الفقاعة ليجري نقلها إلى داخل الخلية، وهنا لا تندمج الجينة في جينوم الخلية وإنما تبقى خارجا وتضيع مع الوقت.
فوسفات الكالسيوم أو سلفات الديكستران	هاتان المادتان الكيماويتان تسمحان بفتح مسمات صغيرة في غلاف الخلية سامحة للجينة بالدخول إلى داخل الخلية، ولكن كما في الحالة السابقة فإن الجينة، على عكس الناقلات الفيروسية، لا تندمج مع جينوم الخلية، وبذلك تفقدها الخلية بسهولة.
الصعقة الكهربائية Electroporation	يتم تعريض الخلايا لصعقة كهربائية خفيفة تؤدي إلى فتح مسامات دقيقة في غلاف الخلية، مما يسمح للجينة بالدخول.
الحقن المجهري	وفيه تستخدم إبرة مجهرية دقيقة لحقن الجينات إلى داخل الخلية.
الجزيئات القاذفة	يتم طلاء د. ن. أ المورثة على سطح جزيئات معدنية خاصة يتم قذفها بقوى دافعة (تفجيرية) لتصل إلى داخل الخلية.

ويتبين من الجدول السابق أن الهدف من وراء جميع الطرق المستخدمة حاليا هو حمل د. ن. أ الجينة المراد إعادتها إلى الخلية على اختراق غلاف الخلية، ومن ثم غلاف النواة، على أن تندمج في مكان آمن ضمن جينوم الخلية المصابة، التي تعاني فقدان الجينة نفسها، وهنا يبدو أن أفضل هذه الناقلات هو الفيروسات بأنواعها المختلفة، وينبع ذلك من أن الفيروسات مركبة بطريقة تسمح لها باختراق كل الحواجز لتستقر بشكل نهائي في جينوم الخلية، وهو المكان المفضل لها، وإذا اقتربت من الإنسان فإنها تتوجه إلى الـ د. ن. أ لتعيش هناك، وللعلم فهي تأتي وتمضي وقتا معينا ثم تغادر إلى مكان آخر وهكذا نفهم أن فيروس الرشح يصيب الإنسان بسهولة ويدخل إلى الجينوم ليسبب المشاكل التي نعرفها كلنا، ثم يغادرنا بعد أن يغير في تركيبته الجينية داخلنا ليصيب إنسانا آخر بلباس جديد صنعه داخل مورثاتنا، ولقد تنبه العلماء إلى هذه الصفات التي تتميز بها الفيروسات (الحمات الراشحة) وهم يستخدمونها اليوم لنقل الجينات المفيدة التي يحتاج إليها الجسم، وللعلم فإنه قبل أن يستخدم الفيروس لهذه الأغراض يجب أن تجري هندسته بطريقة تُزال فيها المكونات الضارة فيه، على أن يترك منه ما يسمح للفيروس بأن يعرف طريقه إلى الخلية، وتُزال منه الجينات الضارة التي تسبب لنا المخاطر، والجدول التالي يبين لنا أنواع الناقلات الفيروسية المستخدمة لنقل الجينات العلاجية إلى داخل الخلايا المريضة، وخصائصها، بالإضافة إلى مجالات التطبيق العلاجية:

الناقل الفيروسي	الصفات المميزة	مجال التطبيق
الفيروس الغدي Adeno-associated virus	يندمج في أماكن محددة في الصبغي، غير سام، فعال لمدة طويلة، يستطيع حمل الجينات صغيرة الحجم، مشكلته أنه لا يفرق بين الخلايا السرطانية والسليمة.	Cystic fibrosis مرض الدم المنجلي، مرض الدم المتوسطي.
الفيروس الغدي Adenovirus	يحمل جينات كبيرة، فعال لمدة مؤقتة، يولد رد فعل مناعيا، نشيط في الجهاز التنفسي.	Cystic fibrosis, Hereditary emphysema
فيروس الورم الحليمي Herpes	فعال لمدة طويلة، نشيط في داخل العصبونات.	أورام الدماغ
الفيروس الرجوعي Retrovirus	فعال لمدة طويلة ولكنه قد يندمج عشوائيا وقد يدخل مناطق جينية مهمة ويخربها، غير سام، يستخدم حاليا في المعالجة التجريبية.	Gausher disease, الإيدز، أنواع كثيرة من السرطان، العجز المناعي الحاد الناتج عن نقص في ADA.

ويبدو من الجدول السابق أن جميع وسائل النقل يجب أن تتميز بالخصائص التالية:

١ - قدرة الناقل على حمل كمية كبيرة من الـ «د.ن.أ» في داخله، صفة يمكن أن نطلق عليها اسم «الحمولة الكلية الممكنة»، وهذا الأمر مهم كثيرا، حيث إن حجم بعض الجينات المراد نقلها قد يصل إلى ملايين الأسس النوكليوتيدية، ولذلك فإن بعض الناقلات الفيروسية لا تستطيع أن تحمل إلا قطعا صغيرة من الـ «د.ن.أ» وبهذا يمكن وصف الناقلات الفيروسية بالسيارات الصغيرة الخاصة وبالميكروباص، وهناك الشاحنات الثقيلة التي ستكون قادرة على حمل الجينة العلاجية مهما كان حجمها.

٢ - قدرة الناقل على اختراق الغلاف الخلوي والغلاف النووي للوصول إلى الجينوم من دون أن يتعرض للتخرب، وبالتالي إلى فقدان حمولته، وهذه صفة مهمة وضرورية فهناك فيروسات تقوم بالعمل على أحسن وجه وبأقل الخسائر.

٣ - قدرة الناقل على أن يدخل ومعه الجينة المراد الاستفادة منها إلى المكان المناسب في الجينوم، وأفضل ما يمكن أن يتم تصوره هو أن نصل إلى اكتشاف النوع الفيروسي الذي نستطيع أن نوجهه عن بعد (التحكم عن بعد) بطريقة نمكنه فيها من الدخول إلى المنطقة المصابة من الجينوم والولوج بها بطريقة أن يضع الجينة التي يحملها في موقع الجينة المصابة نفسها، وهذا طبعا لم نصل إليه إلى الآن، ولذلك تأخر إلى الآن استخدام هذه التقنيات في المعالجة للأمراض، والخوف هو أن يدخل الفيروس إلى الخلية ليتموضع في منطقة مأهولة بالجينات المهمة، ونتيجة لدخوله يتم تغيير التركيبة الجينية وفقدان بعض الجينات المهمة، وقد يحدث أيضا أن يدخل الفيروس ليجاور جينة معينة ويحفزها على العمل والنشاط بشكل مفرط، وطبعا فإن هذا النشاط لن يلائم الخلية، وقد يؤدي إلى نتائج وخيمة تنتهي بالموت نتيجة الإصابة بمرض السرطان، وهذا ما حدث لأحد مرضى الدكتورة مارينا، حيث إن الفيروس قد ضل الطريق واحتل مكانا قريبا لإحدى الجينات التي تحتاج الخلية إليها بقدر معين، ولما زاد هذا القدر في بعض خلايا الدم فإن الخلايا بدأت التكاثر والانقسام بشكل غير منظم؛ مما أدى إلى حدوث سرطان الدم، وهكذا نرى أن كل شيء في داخل خلايانا يكون بحسبان، وما إن يتغير ذلك فإن الخلية لن تتحمل هذا التغيير حتى، لو كان طفيفا، وبالتالي تحدث الكارثة.

٤ - يجب على الفيروس الناقل أن يساعد ويراقب عمل الجينة التي حملها، فيجب أن تعمل بطريقة تشابه عمل الجينة الأصلية، وأن يكون هذا العمل مستمرا وليس متقطعا وبالسرعة المطلوبة، ويمكن تشبيه ذلك بإشارات السرعة المرورية، فيجب على الجينة المنقولة أن تعمل في بعض الأحيان بسرعة ٤٠كم/الساعة، وفي أحيان أخرى يجب عليها أن تزيد سرعتها إلى ١٢٠كم/الساعة، وهذا ما نسميه بلغتنا العلمية «تنظيم التعبير

الجـيــنـي» Regulation of gene expression. وفي الـواقع فـإن العلمـاء لم يجـدوا إلى الآن الطريقـة المثلى التي تمكنهم من التحكم في آليـة التعبيـر الجيني للمورثة المنقولـة بعد أن يتم إدخالها إلى جينوم الخلية.

٥ - يجب على الناقل ألا يكون ضارا للخلية، ولذلك فهناك دراسات مكثفة في هذا المجال تتعلق بتجريد الفيـروس الناقل من كل صفاته السيئة، فكلنا يعرف أن الفيـروسات ضارة وعظمها يسبب الأمراض وخاصة السرطان، ولذلك فإن فهم آلية عمل الفيروسات في الخلية ضروري، وتحليل وظائف كل مكوناتها قبل أن يتم استخدامها في المعالجة الجينية، وحقيقة الأمر فإن هناك توازنا كبيرا بين المواد الضارة في الفيروس وما يمكن أن نستفيد منه، أو أن نوجهه لفائدتنا، فنحن نحاول أن ننقي الفيروس من كل جيناته الضارة، ونترك الجينات التي تعلم الفيروس ألا يضل طريقه، وهو نوع من أنواع الترويض يشابه الترويض الذي يقوم به البعض مع الأسود أو الثعابين ليتم استخدامه لأغراض الإنسان، وكما هي الحال بالنسبة إلى ترويض الحيوانات المتوحشة، التي قد تهاجم مروضيها وتأكلهم، فإننا حتى الآن لم نصل إلى ترويض أي فيروس ليتخصص في نقل ما نريده منه إلى الجينوم، من دون أن يتذكر عاداته، وهكذا فإن النجاح الأكبر سيكون حين نصل إلى القدرة على محو ذاكرة الفيروس من الأمور السيئة، وتفعيل ذاكرته الطيبة بالوسائل كافة، وهناك الآن مختبرات وشركات أدوية متخصصة في هذا المجال، ويتم عرض الجديد كل يوم، ولكن - وكما ذكرت سابقا - فإن الناقل المثالي لم يحصل اكتشافه إلى الآن.

وهكذا فإن طب المورثات (Genes Medicine) الجديد سيعتمد على محاربة جذور المرض بطرق تعتمد على إصلاح الخلل الوراثي (إن وجد) ضمن الخلايا، ويجب التنويه إلى أن إستراتيجيات الإصلاح للمورثة المسببة للخلل تختلف من مرض إلى آخر ومن مورثة إلى أخرى، ويمكن ترتيبها على النحو التالي:

أ - إصلاح الخلل الوراثي في الخلايا الجسمية Somatic gene therapy، ويتم ذلك بإدخال نسخة سليمة للمورثة لتحل محل النسخة المصابة لدى الشخص المصاب، ويقتصر الإصلاح على الخلايا الجسمية (المقصود هنا جميع الخلايا المكونة للجسم باستثناء الخلايا التكاثرية كالنطف والبويضات) دون التعرض للخلايا التكاثرية من نطف وبويضات. فمثلا أن تتم معالجة المريضة التي تعاني سرطان الثدي بتوجيه الدواء الجيني إلى خلايا الثدي السرطانية، ليتم قتلها والتخلص منها، وهذا النوع من المعالجة لا يصيب الخلايا التكاثرية (خلايا المبيض) للمرأة المصابة، وبالتالي فإن العلاج سيقتصر على جسم المرأة ولن يصيب نسلها.. وهنا يجب أن نعرف أن معظم طرق العلاج الحالية المعتمدة هي ذات طبيعة كيميائية (كالمضادات الحيوية وغيرها)، حيث إنها حين الاستخدام لن تدخل ولن تصبح جزءا من جينوم الشخص المصاب، أما الأدوية الجينية فهناك خوف وحذر حقيقيان من أنها إذا استخدمت فقد تدخل إلى جينوم

الخلايا التكاثرية للشخص المصاب، وعندها ستنتقل من جيل إلى آخر، وهنا مكمن الخطورة، حيث إننا لا نعرف مدى خطورتها على الأجيال المستقبلية وقد نقع في أزمة غير متوقعة لأن اللعب بالجينات هو لعب بالمستقبل، ولذلك تجب دراسة كل خطوة نخطوها في هذا المجال، وفي واقع الأمر يبدو أن الإنسان بات قاب قوسين لأن يفقد السيادة على نفسه، على جيناته، على خصوصياته وفرادته، وعلى حقه في أن يكون هو نفسه. وقد ينتقل العالم حينها من حكم الدكتاتوريات العسكرية (التي يمكن التخلص منها) إلى حكم «الدكتاتوريات الجينية»، التي ستبقى مع الإنسان حتى تقضي عليه، لأنه لا يمكن الخلاص منها أبدا إذا دخلت الجينوم. ويجب القول إن عدم التدخل في الجينوم هو الذي حمى الإنسان منذ عهد آدم عليه السلام إلى يومنا هذا، لأن الإنسان لم يعرف ذلك، أما اليوم فإن ذلك قد تغير، فإن الإنسان قد يعرف كيف يغير الجينوم، لكنه لا يعرف نتائج هذا التغيير، وبذلك يبقى الباب مفتوحا أمام رغبة الإنسان في التعرف على الأشياء وحكمة الإنسان التي ورثها دون غيره من المخلوقات، وهذا النوع من الصراع قد يحسمه الزمن القريب.

ب - إصلاح الخلل الوراثي في الخلايا التكاثرية Cerm line gene therapy للمصاب بالمرض الوراثي حتى يتم استئصال الخلل نهائيا ويستبعد نهائيا من الأجيال المقبلة، وهذا النوع من المعالجة لم يبدأ إلى الآن، حيث إن العمل على الخلايا التكاثرية قد يؤدي إلى نتائج لا تحمد عقباها قد تظهر في الأجيال القادمة ويوضع حاليا على هذا النوع من الأبحاث مراقبة صارمة من الدول والحكومات، مما أدى إلى عدم معرفتنا بالنتائج المتوقعة وظلت رجما بالغيب. وتتلخص هذه الطريقة في أن تؤخذ الخلايا التكاثرية للمريض (النطف أو البويضات) ويتم تغيير تركيبها الجيني على أن تستبدل المورثة بالمعتوهة مورثة سليمة، بعدهما تستخدم هذه الخلية المعدلة وراثيا في عملية تلقيح اصطناعي مع خلايا تكاثرية من زوج أو زوجة المريض، وبهذا يتم الحصول على طفل معدل وراثيا (أي يحوي تعديلا جينيا)، وهذا الطفل سيورث هذا التعديل لكل الأجيال الناتجة عنه.

جـ - يجب التنويه إلى وجود اتجاهين في المعالجة الجينية، يعتمد الأول على أن تُؤخذ من المريض بعض الخلايا الجسمية، وأن يتم تغييرها جينيا، أي أن تضاف الجينة الناقصة إلى الخلايا ثم يتم بعدها إعادة الخلايا المعدلة جينيا إلى جسم المريض، ويجب العلم أن الإستراتيجية المستخدمة ستختلف من مرض إلى آخر، وهناك حاليا بعض الصعوبات اللوجستية في تطبيق هذه الطريقة، حيث إن العامل الزمني المطلوب لمعالجة المرض في الوقت المناسب لن يتوافر لبعض الصعوبات التقنية. أما الاتجاه الآخر في المعالجة فهو الذي يعتمد على استخدام خلايا المنشأ Embryonic stem cells، التي يمكن تعديلها وراثيا بشكل يجعلها قابلة للاستخدام لكل المرضى (وليس لمريض واحد)، من دون أن يلفظها الجهاز المناعي،

وتحاول شركات الأدوية العملاقة امتلاك هذه الخلايا على أن تحميها ببراءات اختراع، حتى تحافظ على ربح مادي بشكل مستمر، وأن يكون هناك بنك من هذه الخلايا التي تحتوي على جينات جميع الأمراض المعروفة.

الطرق الجينية وعلاج الأورام السرطانية

كما ذكرنا سابقا فإن إستراتيجيات العلاج الجيني تختلف من مرض إلى آخر، ويبدو أن معالجة مرض السرطان ستكون ليس بالأمر السهل، خاصة في مراحله المتأخرة، لعدم قدرة العلماء على اكتشاف ناقلات جينية تستطيع التمييز بين الخلايا السرطانية والخلايا السليمة في الجسم، أي تستطيع إيصال الدواء الجيني إلى الخلايا السرطانية. وتعتمد الطرق الجينية المستخدمة في علاج السرطان على توجيه الدواء الجيني للتأثير في عمل المورثات في الخلية السرطانية، ويتم ذلك بإيقاف كامل أو جزئي وبشكل انتقائي لنشاط بعض المورثات التي يكون المرض ناتجا عن إفراط في نشاطها، كالذي يحدث في معظم حالات السرطان، حيث يزيد نشاط بعض المورثات المسماة مورثات السرطان Oncogene (انظر التعريف)، ويتم الآن تجريب أكثر من طريقة للتأثير في قدرة المورثة التعبيرية Gene Expression (انظر التعريف) وقد يكون هدف المعالجة الجينية أحيانا هو زيادة نشاط المورثة، حيث يكون في بعض الحالات سبب السرطان ناتجا عن توقف المورثة عن عملها، وهذا يحدث نتيجة بعض الطفرات التي تصيب المورثات المسماة المورثات المانعة للسرطان أو Tumor Suppressor Genes، وهذا النوع من المورثات يتحكم ويراقب عن قرب عملية الانقسام الخلوي، وهو الذي يطعي إشارات مباشرة أو غير مباشرة للخلية للتوقف عن الانقسام، وحين تفقد الخلية تلك المورثات المهمة فإنها تنقسم وتتكاثر من دون توقف، وهو ما يؤدي إلى تكوين الأورام السرطانية، ولهذه المورثات أيضا دور كبير في التحكم في حياة الخلية، حيث تستطيع أن تؤدي إلى الموت المبرمج للخلايا Programmed Cell Death or Apoptosis، وبالتالي فإن جهد العلماء يتركز الآن على محاولة إصلاح الخلل الذي تصاب به هذه المورثات وإعادة الحياة لهذه المورثات لتقوم بعملها المتمثل في مراقبة تكاثر الخلية ومراقبة عملية الموت المبرمج للخلايا، وتجرى الآن عدة محاولات، ومن قبل أكثر من مركز علمي، لمعالجة سرطانات الرئة والجهاز التنفسي التي تنتج في معظمها عن حدوث خلل أو طفرة في المورثة المانعة للتسرطن المسماة P53، وهذه الطفرات قد تنتج من المواد المسرطنة الموجودة في قطران السجائر (**المرجعان ٢٣ و ٢٤**). وتتم المعالجة بمحاولة إدخال نسخة سليمة لمورثة P53 إلى الخلايا السرطانية عن طريق استنشاق مادة معينة، وعند دخول هذه المورثة السليمة فهي ستندمج في الـ د.ن.أ الموجود داخل نواة الخلية السرطانية، وعندها ستقوم بعملها المعتاد، المتمثل في منع انقسام الخلايا السرطانية ومساعدتها على

الدخول في عملية الموت المبرمج (**الشكل** ٨). وهناك الآن عدد كبير من المحاولات لاستخدام الطرق الجينية في علاج مرض السرطان، خاصة في الحالة التي يصبح فيها السرطان قادرا على التنقل في الدم وإصابة معظم النسج الأخرى وخاصة إذا لم يكن، وكما هي الحال الآن، من دواء ناجع له. فهناك أدوية جينية أو مناعية/جينية تتمثل في حقن أنواع من الأجسام المضادة التي تشل عمل مورثات السرطان، وخير مثال على هذا النوع الجديد من الأدوية الدواء المسمى هيرسبتين Herceptine، وهو عبارة عن أجسام مضادة ترتبط وتشل المورثة المسماة c-erb-B2، وهي المورثة التي تزيد من نشاطها في عدد كبير من حالات السرطان، مما يؤدي إلى أن الخلية تتوالد من دون توقف، أما إذا ارتبطت بجزيئة الهرسبتين فإن عملها سيتوقف وعندها يتباطأ توالد الخلية ويتراجع السرطان. والشكل (٩) يوضح أنواع السرطانات المأمول علاجها بطرق جديدة. ولكن يبدو أن السرطان، لتنوعه وتعقيده، سيكون من أصعب الأمراض معالجة، ولكن يبدو في الأفق بصيص من الأمل وإلى ذلك الوقت فإن صراع الإنسان مع السرطان سيستمر.

خلاصة البحث

يجب أن نعلم أن التطور في مجال التقنيات الجينومية قد وصل إلى مستوى يسمح بأن يستفاد منه في علاج الأمراض الكثيرة، لكن يبدو أن هذا التطور التقني، كأي تطور تقني آخر، يمكن أن يكون سلاحا ذا حدين، خاصة إذا استخدمت هذه التقنيات الجديدة في مجالات تحسين النسل وراثيا، وتكمن الخطورة في أنه لا أحد يمكنه توقع نتائج تلك التجارب على صيرورة الجنس البشري على المستوى الاجتماعي والحضاري لدور الإنسان، فلذلك وكما هي الحال بالنسبة إلي علم الذرة فقد استخدمت الذرة لإنتاج الكهرباء وللأغراض الطبية، لكنها أيضا قتلت الآلاف من الأطفال والنساء والشيوخ في هيروشيما وناجازاكي في اليابان، ويبدو الأمر أن استخدام التقنيات الجينية في تحسين النسل الوراثي قد يقضي على الحياة نفسها، وفي كل مكان، لأنني أرى أن قوة الجينوم أقوى وأعم من القوة الذرية، أنها قوة ما بعدها قوة فلذلك فإن استخدامها يجب أن يكون بحذر شديد. أما أن يستخدم جزء من هذه القوة الهائلة لمعالجة الأمراض الوراثية في جسم المريض نفسه فهذا شيء حسن بشرط ألا يتم التعرض إلى خلاياه التكاثرية أو التلاعب في جيناتها، لأن نتيجة ذلك لا يعلمها أحد وتبرز أسئلة كثيرة عن ماهية الأمراض التي سينصح بعلاجها بواسطة الجينات، فنحن لا نتحدث هنا عن أمراض الإيدز والسرطان والأمراض الخطيرة المعروفة، فهذه يجب علاجها بأي طريقة كانت، أما أن يسألك أحدهم ماذا لو أراد أن يرفع من إمكاناته العقلية، أو سمِّه تحسين الأداء والذكاء، فهذا أمر آخر، حيث إن حدوده غير واضحة، فإلى أي حد يجب أن نستخدم طرق العلاج الجيني؟ ومن

هو الذي سيحدد ذلك؟ وأين ستكون حدود الحرية الشخصية في هذا الموضوع، فهناك من سيقول إن تغيير لون العيون جينيا أمر مطلوب، ومنهم من سيقول إن إضافة جينة الشجاعة للجنود والمحاربين أكثر ضرورة ويجب تطبيقها بكل سرعة، ولهذا فإن الأمر غير واضح وإن مستقبل الجنس البشري يمر الآن في مرحلة حاسمة حدد ملامحها فهمنا للقوة الجينومية، ولذلك يتعين على البشرية أن تعرف كيف تتعامل مع هذه القوة الصاعدة. وأنا أجيب بشكل حازم أن هذه القوة الجديدة فيها خير كثير يمكن استخدامه لتخفيف آلام الإنسان وخاصة في المجال العلاجي.

المراجع

1. http://www.genome.gov/10001618، (جميع النشاطات التي تقوم بها اللجنة التي شكلها مشروع الجينوم البشري في عام ١٩٩٠) The Ethical, Legal and Social Implications (ELSI) Research 1990 Program.
2. James M. Jeffords and Tom Daschle: Political Issues In the Genomic Era. Science, vol 291:1294 - 1251, 16 Feb 2001.
3. June 01, 2005 www.newstraget.com/z007702.html.
4. موسى الخلف: العصرالجينومي واستراتيجيات المستقبل البشري، عالم المعرفة عدد رقم ٢٩٤ يوليو ٢٠٠٣.
5. موسى الخلف: القوة الجينومية: مداخلة ثانية المجلة العربية للعلوم الإنسانية عدد ٨٦ ربيع ٢٠٠٤ (ص ٢٣٠ - ٢٣٨)، مجلس النشر العلمي، جامعة الكويت.
6. Mike Adams: The Ten Most Improtant Emerging Technologies For Humanity http://www.truthpublishing.com/Top 10 tech.htmlby testing.
7. Trent RJ, Yu B and Caramins M: Challenges for clinical genetic DNA Expert Rev. Mol. Diagn. 4:201 - 208 (2004).
8. Handyside AH, Delhanty JD. Preimplantation genetic diagnosis: strategies and surprises. Trends Genet. 1997 Jul; 13 (7): 270 - 5.
9. James C. Peterson, Genetic turning points: The ethics of human genetic intervention, William B. Eerdmans publishing company, Grand Rapids, Michigan (2001), see also: Kevin Davies: Craching the genome, Free Press (2001).
10. Mueller AK, Labaled M, Kappe SHI Matsuschewski K: genetically modified plasmodium parasites as a protective experimental malaria vaccine. Nature 433:164 - 167 (2005).
11. Watson JD and Crick FH. Molecular Structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid. J.D. Watson and F.H.C. Crick. Published in Nature, number 4356 April 25, 1953. Nature. 1974 Apr 26: 248 (5451): 765.
12. Blaese R, Culver K, Miller A, et al: T lymphocytes-directed gene therapy for ADA-SCID. initial trial results after 4 years. science 270: 475 - 480 (1995).
13. Cavazzana - Calvo M et al.: Gene therapy of human severe combined immunodeficiency (SCID) -X1 disease. Science 288: 669 - 672 (2000).
14. Check E: Tragic setback. Nature 420: 116 - 118, 2002.
15. Fischer A, Abina SH, Thrasher A, von Kalle C, Cavazzana-Calvo M LMO2 and gene therapy for severe combined immunodeficiency.
NEng1J Med. 2004 Jun 10; 350 (24): 2526-7.
16. marina cavazzana-clavo, Adrian Thrasher and Fulvio Mavilio: The Future of gene therapy. Nature 427:779 - 781 (2004).
17. Cavazzana-Calvo M, Fischer A Efficacy of gene therapy for SCID is being confirmed. Lancet. 2004 Dec 18; 364 (9452) 2155 - 6.

18 Raper SE et al: Safety and feasibility of liver-directed ex vivo gene therapy for homozygous familial hypercholesterolemia, Ann Surg. 223: 116-126 (1996).

19 Brunner HG: Abnormal Behavior Associated with point mutation in the structural gene for monoamine Oxidase A. Science 262: 578 - 580 (1993).

20 Wivel N. and Walters L, Germ-line gene modification and disease prevention: some medical and ethical perspectives. Science 262: 533 - 538 (1993).

21 James C. Peterson, Genetic turning points: The ethics of human genetic intervention, William B. Eerdmans publishing company, Grand Rapids, Michigan (2001).

22 Kevin Davies: Craching the genome, Free Press(2001).

23 Hall SJ et al.: The promise and reality of cancer gene therapy. Am.J. Hum. Genet. 61: 785 - 789 (1997).

24 Knoell DB, Yiu IM: Humand gene therapy for hereditary diseases: a review of trails. Am. J. health Syst. Pharm. 55: 899 - 904 (1998).

المصطلحات العلمية المتعلقة بالموضوع

الخلية Cell: يتكون الجسم البشري من عدد كبير (١٠٠ ترليون) من الخلايا، كل واحدة منها تحتوي على نسخة كاملة من المادة الوراثية (تسمى الجينوم) التي تحمل برنامجا جينيا يدير ويحافظ على حياة الخلية واستمرارها.

نواة الخلية Cell Nucleus: المركز المهم في الخلية، وتقع في قلب الخلية. وتكون معزولة بغلاف شفاف وتحتوي على الجينوم المكون من أشرطة الصبغيات Chromo-somes البالغ عدده ٤٦ صبغيا للخلايا الجسمية أو ٢٣ صبغيا للخلايا التكاثرية.

الصبغي Chromosome: يحتوي على الجينات وقد يكون كبير الحجم، كالصبغي رقم ١ الذي يحتوي على أكثر من ألف جينة (مورثة)، أو صغير الحجم كالصبغي رقم ٢١، أو الصبغي واي Y اللذين يحوي كل منهما عددا لا يتجاوز المائة جينة.

الجينة (المورثة) Gene: تمثل قطعة صغيرة من شريط الـ د.ن.أ (DNA) وتقاس بعدد الوحدات المكونة لها (الأسس)، وهناك جينات ذات مقاس كبير كأن تتكون من ملايين الأسس، وهناك جينات صغيرة المقاس تتكون من حروف (أسس) صغيرة لا تتجاوز المئات. ولكل جينة وظيفة معينة في حياة الخلية، حيث إنها تعبر عن نفسها بإنتاج بروتين محدد ليقوم بعمل وظيفي، وهناك بعض الجينات التي تعبر عن نفسها بأن تنتج جزيئات صغيرة تسمى ر.ن.أ، الناقل الذي يقوم بوظيفة مهمة خلال عملية تشكيل البروتين في الخلية. وهي تمثل الوحدة الأساسية المسؤولة عن وراثة الصفات، وهي تحتوي على الصفات الوظيفية والبنيوية التي تنتقل من الأباء إلى الأبناء. ومعظم المورثات تحتوي على المعلومات المسؤولة عن إنتاج وصنع بروتين خاص ومحدد. أي أن في داخل الخلية توجد مورثة واحدة لكل بروتين.

د.ن.أ DNA: أو الحمض النووي الريبي المنقوص الأوكسجين، وهو يشكل المادة الموجودة في داخل نواة الخلية، وهو الذي يحمل المعلومات الوراثية المسؤولة عن بعث الحياة في الكائن الحي.

ر.ن. أ RNA: أو الحمض النووي الريبي، وهو عادة يتكون من شريطة واحدة وهو بذلك يختلف عن الـ د.ن.أ الذي يتكون من شريط حلزوني مضاعف. أما البنية الكيميائية فهي تشابه بنية الـ د.ن.أ ما عدا أن السكر الذي يدخل في تركيبه هو الريبوز (Ribose)، وكذلك فهو لا يحتوي على الأساس المسمى ثايمين، لكنه يحتوي على الأساس الخامس المسمى يوراسيل (Uracil) ويرمز له بالحرف U. ر.ن.أ الخلية

يتم إنتاجه من المورثات (اي من الـ د.ن.أ) خلال ما يسمى بعملية النسخ (Transcription)، وبشكل عادي فإنه يتم نسخ نوع معين من الـ ر.ن.أ ابتداء من كل مورثة، وهكذا يمكن التصور أنه يوجد على أقل تقدير ٣٠ ألف نوع من الـ ر.ن.أ في الخلية الإنسانية، ويجب العلم أن كل نوع من هذه الأنواع سيتم ترجمته إلى بروتين خاص. وتجدر الإشارة إلى أن طول هذه الجزيئات يكون أقصر بكثير من جزيئات الـ د.ن.أ، وهو يقدر بمئات إلى بضعة آلاف نيكليوتيد.

الحلزون المضاعف Double Helix: يتألف جزيء الـ د.ن.أ من حلزون مزدوج الشريط (السلسلة)، وتتكون كل شريطة من وحدات أساسية تسمى بالنيكليوتيدات، يتألف الواحد منها من إحدى القواعد الآزوتية الأربع (أدنين، غوانين، ثايمين أو سايتوزين) وسكر الريبوز المنقوص الأوكسجين بالإضافة إلى زمرة فوسفات. ويوصف جزيء الـ د.ن.أ بالحلزون المزدوج لأن الشريطين يلتفان أحدهما على الآخر حول محور وهمي.

جينوم Genome: الجينوم هو مجموع المادة الوراثية التي تحتويها الخلية، وهو يتضمن كل المورثات Genes يضاف اليها جميع المادة الوراثية المحيطة بمنطقة المورثات. يحتوى الجينوم البشري على ما يقارب ٢٥ إلى ٣٠ ألف مورثة، وهي تعادل ١٪ من مجموع المادة الوراثية المتمثلة في الجينوم، التي تساوي ٣,٢ بليون زوج أو أساس قاعدي Base Pair.

جينوميكس Genomics: العلم الذي يدرس بنية ووظيفة الجينوم ويهدف إلى تحديد وظيفة كل مورثة.

بروتيوم Proteome: المجموع الكلي للبروتينات التي تحويها الخلية.

بروتيوميكس Proteomics: العلم الذي يدرس بنية ووظيفة البروتينات التي ينتجها الجينوم.

نيكليوتيدة Nucleotide: وهي وحدة البناء الأساسية التي تدخل في تركيب جزيئات الـ د.ن.أ أو الـ ر.ن.أ، وتتألف من إحدى القواعد الآزوتية الأربع (أدنين، غوانين، ثايمين أو سايتوزين في الـ د.ن.أ - أدنين، غوانين، يوراسيل أو سايتوزين في الـ ر.ن.أ)، جزيء فوسفات وجزيء سكر (ريبوز منقوص الأوكسجين في الـ د.ن.أ وريبوز في الـ ر.ن.أ). ترتبط آلاف النيكليوتيدات ببعضها لتشكل جزيئات الـ د.ن.أ أو الـ ر.ن.أ.

التعبير الجيني Gene Expression: العملية التي تترجم بها المعلومات المشفرة في مناطق الجينوم (المناطق الفاعلة)، لتعطي الحمض النووي الريبي الرسول (م.ر.ن.أ)، الذي بدوره تتم ترجمته بواسطة الريبوزومات إلى بروتين نوعي.

مورثة سرطانية Oncogene: وهي نوع من المورثات، التي اكتشفت لأول مرة لدى الفيروسات التي تصيب الإنسان والحيوان وتسبب لهما السرطان. وقد اكتشف العلماء أن الجينوم البشري يحتوي على بعض المورثات (Proto-Oncogenes) التي إن حصل عليها طفرة (أو تغير في الكم أو النوع) فإنها تكتسب وظيفة جديدة، وتساهم في توليد السرطان في الخلية ولذلك سميت مورثات السرطان الإنسانية.

معالجة المورثات أو المعالجة الجينية Gene Therapy وفيها يتم زرع مورثة سليمة لتحل محل أو لتصحح عمل مورثة مصابة عند شخص مريض يعاني من إصابة تلك المورثة بطفرة أو عطل في عملها الوظيفي بغاية تصحيح حالته المرضية. ويتم زرع ودمج المورثة السليمة في صبغي الشخص المصاب بطرق عديدة، ومنها استخدام بعض الفيروسات بعد أن يتم تعديلها وراثيا، حيث تتم إزالة المورثات الفيروسية الضارة وترك الكمية الكافية من مورثات الفيروس التي تمكنه من نقل المورثة السليمة المراد إدخالها إلى صبغي المريض.

ناقل أو حامل جيني Vector: وهو عبارة عن مادة وراثية (غالبا فيروسية) تتم هندستها وراثيا بطريقة يتم تركيبها ووصلها بالجينة المراد حملها، ومبدأ استخدام الناقلات الفيروسية جاء من فهمنا لكيفية عمل هذه الفيروسات وطريقة إصابتها للإنسان، فهناك فيروسات تسبب مرض لوكيميا الدم (ابيضاض الدم) وبالتالي فهذا النوع من الفيروسات يعرف كيف يصل لخلايا الدم دون غيرها وهناك فيروس يصيب الكبد لأنه يعيش فيها، وبالتالي فإن العلماء يستخدمون هذا الفيروس لنقل الجينات إلى الكبد أو ذاك الفيروس لنقلها إلى الرئة وهكذا، والناقلات الفيروسية إما أن تكون مكونة من د.ن.أ أو من ر.ن.أ.

الأشكال والمخططات

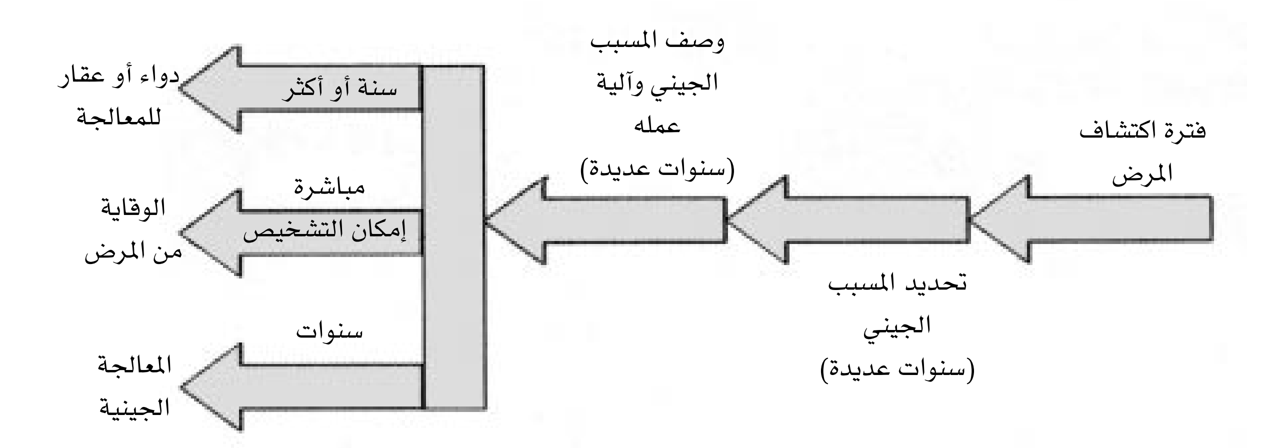
عنوان البحث المتعلق بالاكتشاف	DEFINITION Human estrogen receptor-related protein (variant ER from breast cancer) mRNA, complete cds.
مصدر المورثة: وهي للإنسان	SOURCE Homo sapiens (human).
اسماء المشاركين في الاكتشاف	AUTHORS Dotzlaw, H., Alkhalaf, M. and Murphy, L.C.
اسم الصحيفة العلمية التي نشر بها الاكتشاف	JOURNAL Mol. Endocrinol. 6 (5), 773-785 (1992)
رقم المرجع المنشور في الصحف العلمية وفيه تجد كل حيثيات الاكتشاف	MEDLINE 92293154
رقم المقطع في البنك الجينومي ويمكنك استخدامه للوصول إلى المورثة وقراءة أحرفها	PUBMED 1603086
هذه الأرقام تمثل بنية المورثة كاملة (مناطق مشفرة وغير مشفرة)	gene 1..2619
تمثل المنطقة المشفرة للمورثة وهي بين الحروف ٢٠٣ و١٢١٣	CDS 203..1213

تسلسل أحرف المورثة

```
   1 gcacttgctc ccgtcggggtc gcccggcttc accggacccg caggctcccg gggcagggcc
  61 ggggccagag ctcgcgtgtc ggcgggacat gcgctgcgtc gcctctaacc tcgggctgtg
 121 ctcttttcc aggtggcccg ccggtttctg agccttctgc cctgcgggga cacggtctgc
 181 accctgcccg cggccacgga ccatgaccat gaccctccac accaaagcat ccgggatggc
 241 cctactgcat cagatccaag ggaacgagct ggagcccctg aaccgtccgc agctcaagat
 301 ccccctggag cggcccctgg gcgaggtgta cctggacagc agcaagcccg ccgtgtacaa
 361 ctacccccgag ggcgccgcct acgagttcaa cgccgcggcc gccgccaacg cgcaggtcta
 421 cggtcagacc ggcctcccct acggccccgg gtctgaggct gcggcgttcg gctccaacgg
 481 cctgggggggt ttcccccccac tcaacagcgt gtctccgagc ccgctgatgc tactgcaccc
 541 gccgccgcag ctgtcgcctt tcctgcagcc ccacggccag caggtgccct actacctgga
 601 gaacgagccc agcggctaca cggtgcgcga ggccggcccg ccggcattct acaggccaaa
 661 ttcagataat cgacgccagg gtggcagaga aagattggcc agtaccaatg acaagggaag
 721 tatggctatg gaatctgcca aggagactcg ctactgtgca gtgtgcaatg actatgcttc
 781 aggctaccat tatggagtct ggtcctgtga gggctgcaag gccttcttca agagaagtat
 841 tcaaggacat aacgactata tgtgtccagc caccaaccag tgcaccattg ataaaaacag
 901 gaggaagagc tgccaggcct gccggctccg caaatgctac gaagtgggaa tgatgaaagg
 961 tgatgaggaa aaagaaaata atagagcatc caagccccac tccactcctg ctactctgca
1021 atggctggag gagaactatg agattgcaga gggggtctgc atccctcgca gtgccctcta
1081 tatgcattac ctggatttct gcgagaagaa tgataccaa cctgtcaatg ctgccagctt
1141 tggaaagatc ataaggcagc agtttcctca gttaaccacc agaagactcg ggacccgagg
1201 acagtcaaag taagcaccgg acggccattc cacctgcaga gcgcacatct atgggcctcg
1261 agacaggcca caccccttggc tctttatcct gagctctgtc tgcaggcctg gcagaagtct
1321 gtgcctagag ggaatatgga agagctttat gacggccagg gccccctctct caggactcct
1381 gaaagagagg ttgtccaaaa gcccaagacg agttggctct gctgctttaa ggaatctgat
1441 tttgtaccac cctgctttta ggcatatttt gtaaaatagt cttgggcatc attgaaagga
1501 ttgccttgtg gcctcttgga ggatcaccag gttatctgga ctgttttgct gagcgaaact
1561 ctgctctgat agtatgcagt agaccagaga agcaaaactg tactattccc tgcatgggag
1621 atgggggcaga aaggtccagc tgcaccatgg tccatgaggg ttcacggctt cccattcatc
1681 agtttcatca agcaaccaac caactcatgc tttatacttt ctgtgtgtca catatgtggt
1741 gctaggtact gggaacacag gagcaaatca gttgctgccc tcgtggagta tagattccgg
1801 tggggaaacag acaaaacaga gaatcagatt gtgtcaaagt tgtagcagag agcaacaaaa
1861 gaggaatggc cagggaaggt ctttcagagg aggttacatt taagtaaaga ctaggggagt
1921 gcagaaggct gtgcagacac ttgtctgcta ggtgtgagtc agtgggaagg gaatctcttc
1981 ctgtactgct cgaccttcat taaaatctgc atttatagga cttgcctcta aggatgtttc
2041 aaaaattgtt ggacgataat aggtgttcca tgaagaagag cagcaggccc tataagtttg
2101 gttaacacta agtttaaaca gtttccttta ctgcaagact tctcagaacc cttattatgc
2161 taatgtacaa ggtgactcca ctagaggggtg ccttattatg cagcatttct aagcatttg
2221 accacgttga gcaggtcagc acatagtgac ctataaaaca ctgtaacttt ttagaaaggc
2281 aaccatatag gactttaag acttgtcttg aaggatgtgt caaaagcatg tccagtgctc
2341 tcaccctggg ccaaaccccct gtccctcacc agctcctctc atccctgggc agcacattcc
2401 catcctccaa gggtgggttt gattttggag ccaaggtagg gaaagaaaat ggatgatcga
2461 actgggaaaa accctttttt ggtattctga aaatgagact aatttttttg gtgtagctca
2521 gaagcttttg aaccagtctc taaagggatt tccagaagac tgttgaacaa aggacctctt
2581 ggaataaatt cctaataatt ttccaaaatg actattctg....................etc..... etc.....
```

لغاية 3.3 بليون حرف في

الشكل (١): مقطع صغير يعادل (٢٦١٩) حرفا من أحرف اللغة الجينومية (٣,٣ بليون)، وهو يمثل مورثة طافرة كنا قد استنسخناها وحددنا حروفها من خلايا الثدي لامرأة مصابة بسرطان الثدي، وقد وضعناها في عام ١٩٩٢ في البنك الجينومي الحكومي ويمكنك العثور عليها على موقع البنك في الإنترنت.



الشكل (٢): المراحل الزمنية المطلوبة لبدء المعالجة بالجينات: وقد كان لاكتشاف المسبب الجيني وآلية عمله الدور الأكبر في نجاح بعض المعالجات التجريبية التي بدأت في السنوات العشر الأخيرة.

Deoxyadenosine → Deoxy ATP

تراكم

التراكم الزائد لهذه المادة سيساهم في تخريب وقتل الخلايا المناعية T وفقد الخلايا B لوظائفها

طفرة وراثية في الأنزيم المسمى
Anenosine deaminase (ADA)
تؤدي إلى عدم قدرته على القيام بوظيفته.

Deoxyinosine

↓

Hyopxanthine

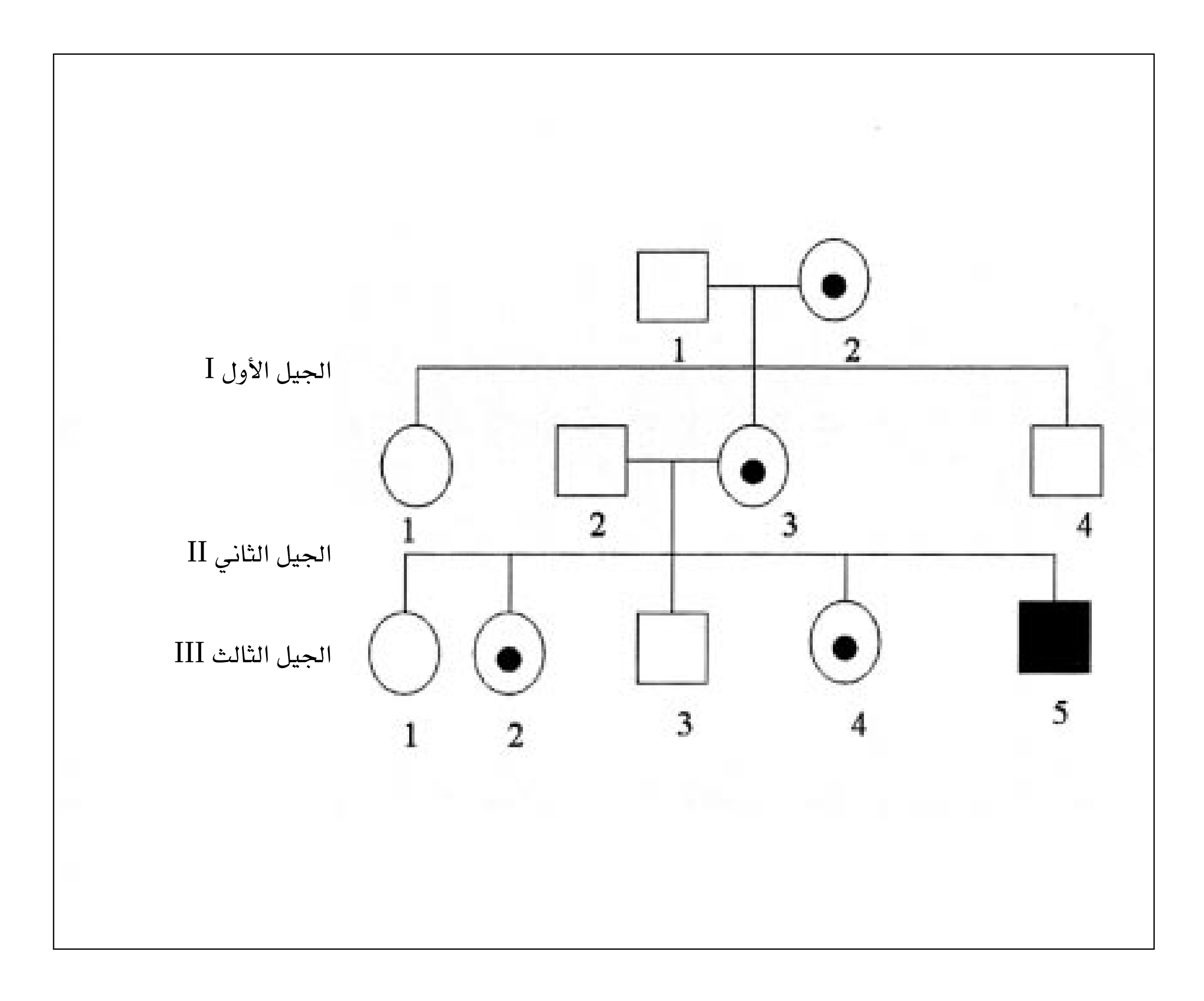
↓

Xanthine

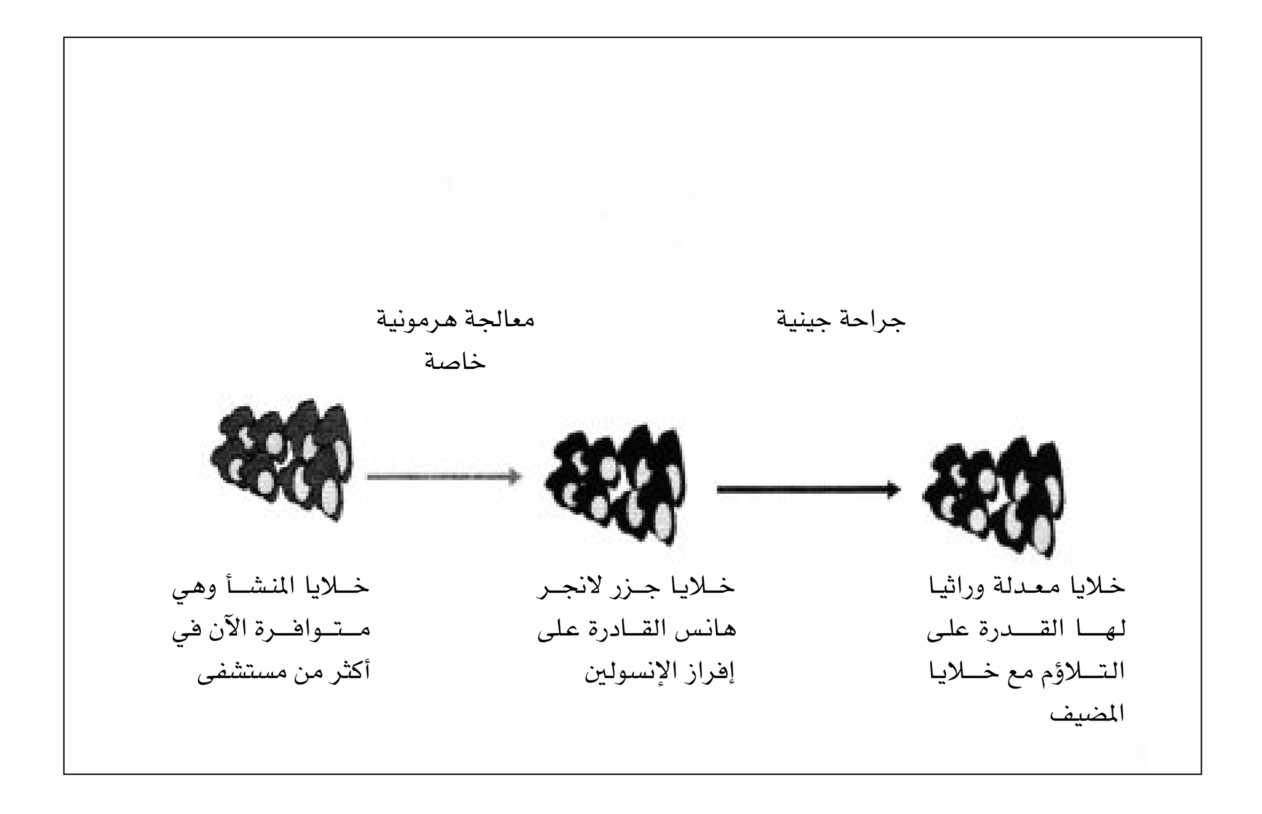
↓

Uric Acide

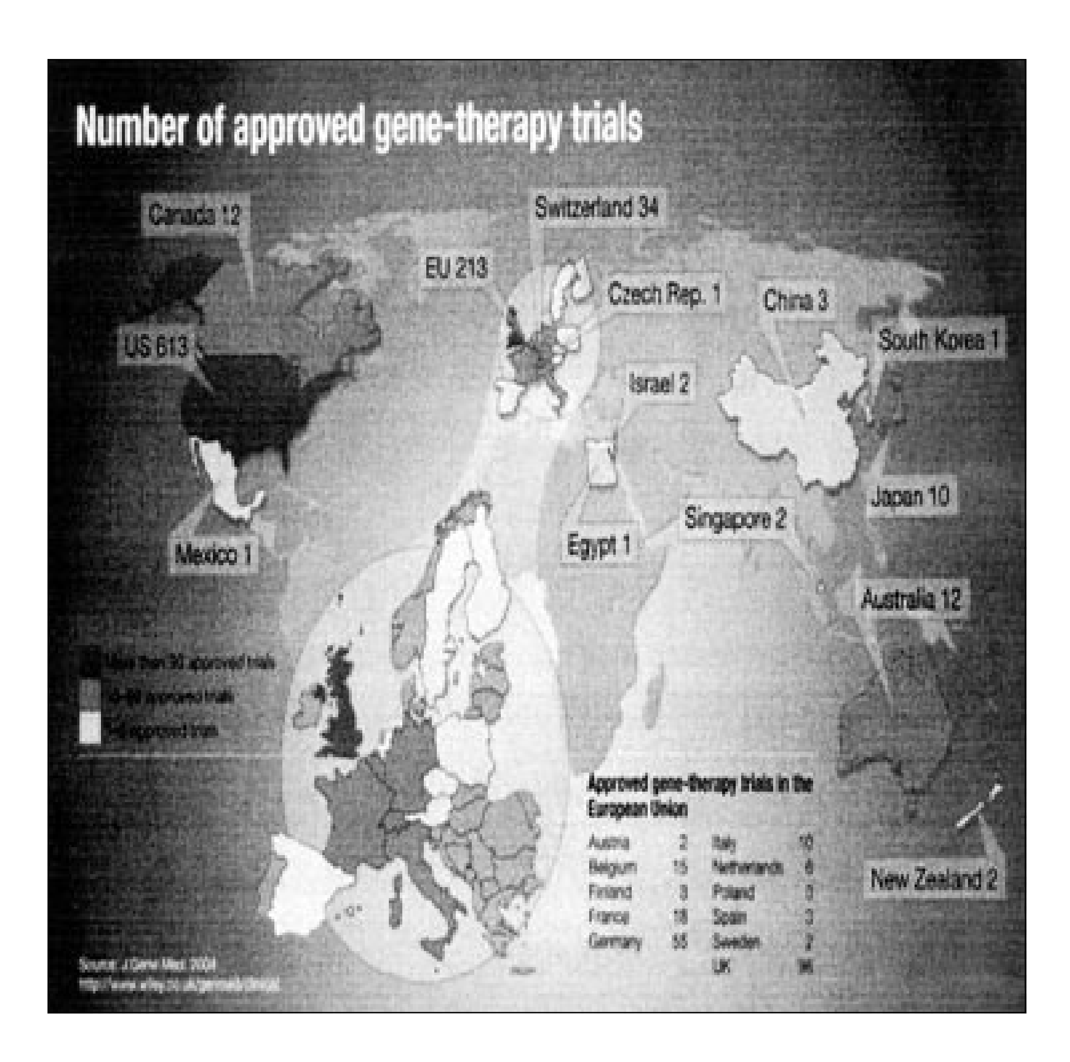
الشكل (٣): نتيجة للطفرة في الأنزيم أ.د.ا فإن مادة التفاعل ديوكسي أدونيسين لا يتم استقلابها طبيعيا ليتم فرز ناتج التفاعل في البول للتخلص منه، فنتيجة لفقدان عمل الأنزيم تتحول مادة التفاعل لتعطي مادة سامة (ديواكس أ.ت.ب) التي ستميت بسمومها الخلايا المناعية ت وتؤدي إلى منع الخلايا ب من فرز المضادات الحيوية وبالتالي فإن جسم المريض سيكون مجردا من جهازه المناعي وهو ما يدل عليه اسم المرض



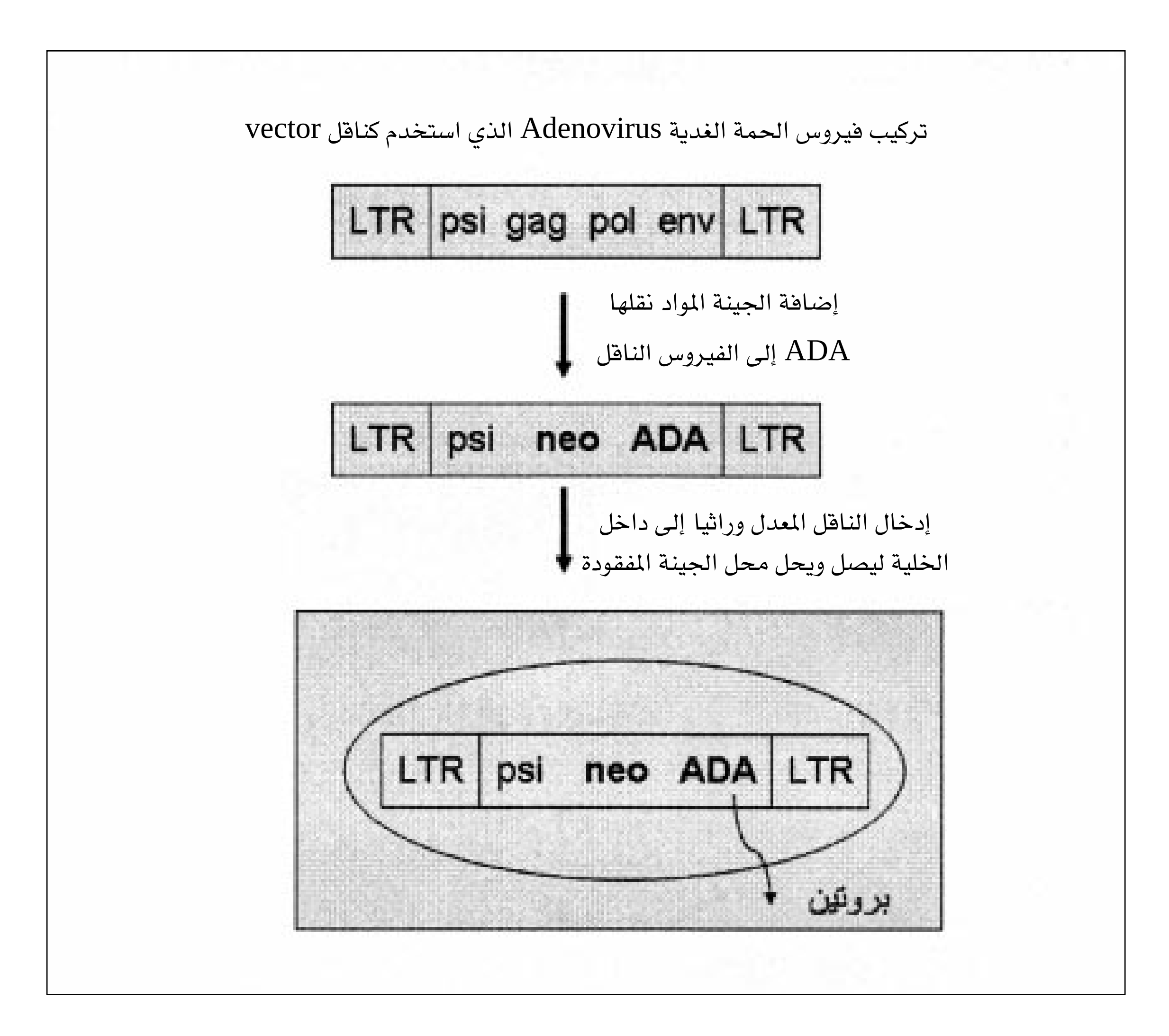
الشكل (٤): شجرة العائلة لأحد المصابين بمرض العجز المناعي المرتبط بالصبغي إكس والمسمى SCID-XI. ويرمز للأنثى الحاملة للمرض بدائرة وفي داخلها نقطة سوداء، أما الأنثى غير الحاملة للمرض فتمثل بدائرة مفرغة، ويمثل الذكر السليم بمربع فارغ أما الذكر المصاب بالمرض فيُرمز له بالمربع الأسود، وهكذا نجد أن الأنثى الناقلة للمرض رقم ٣ في الجيل الثاني سوف تورثه إلى ٥٠٪ من الأبناء الذكور (الذكور رقم ٥ في الجيل الثالث)، في حين أن ٥٠٪ من بناتها الإناث سيرثن المورثة المصابة (الأنثى رقم ٢ في الجيل الثالث) ولكن لا يظهرن المرض ولذلك يطلق عليهن اسم «الناقلات للمرض» Carriers.



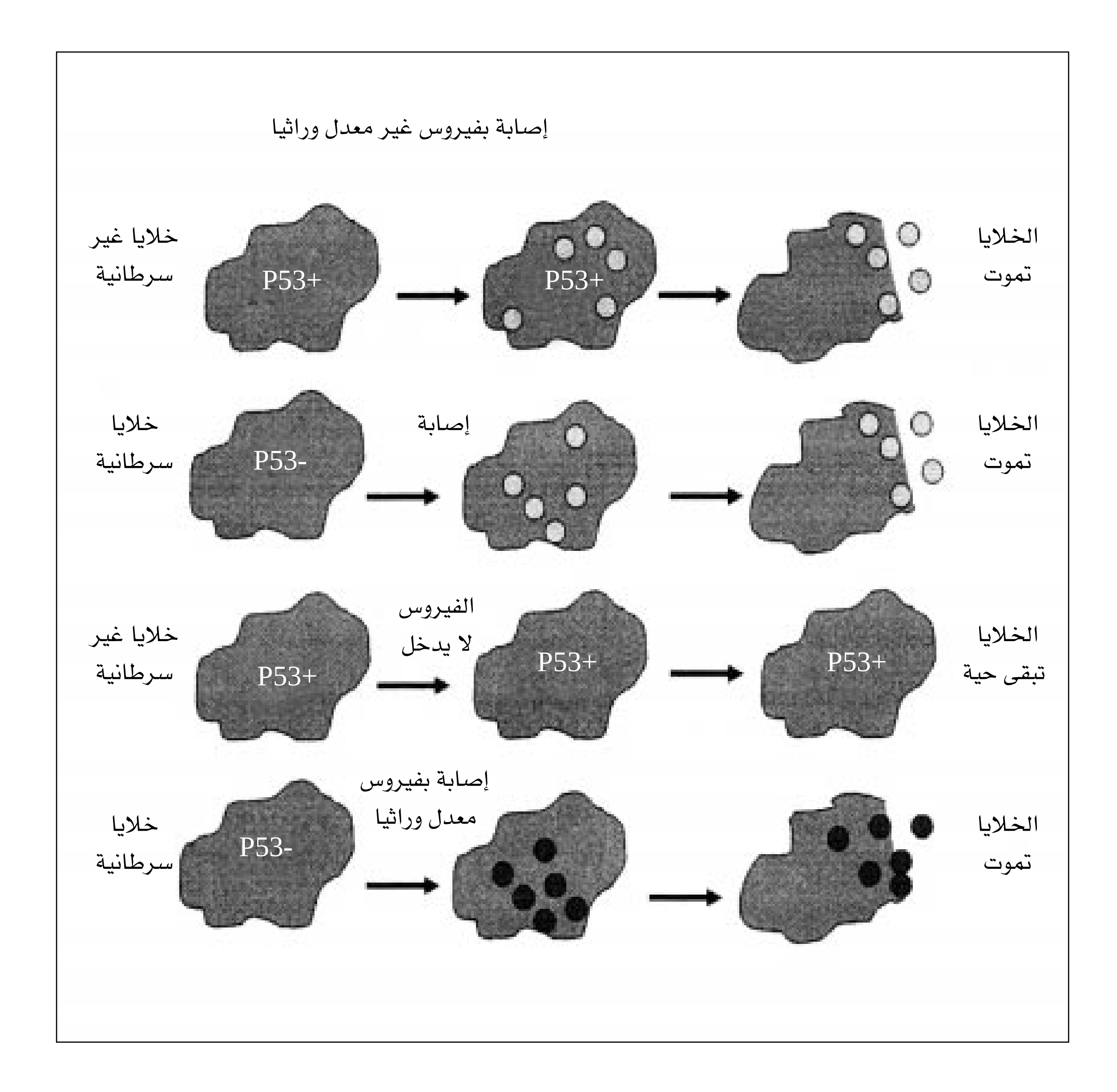
الشكل (٥): مخطط يوضح التصور المستقبلي للطريقة التي يمكن بها تحويل خلايا المنشأ (خلايا البداءة الأصل) إلى الخلايا نفسها الموجودة في جزر لانجر هانس، وبعد ذلك تتم إعادة البرمجة الجينية للخلايا بإضافة أو استئصال بعض الجينات التي ستساعد هذه الخلايا على التلاؤم مع بنكرياس المريض المصاب بداء السكري.



الشكل (٦): طرق العلاج الجيني التي تمت الموافقة عليها لنهاية عام ٢٠٠٣ حسب التوزع الجغرافي فإن أمريكا تتقدم بأكثر من ٦٠٠ حالة، وفي الوطن العربي فإن هناك حالة واحدة فقط يستخدم فيها العلاج بالجينات (في مصر). المصدر: J. Gene Medicine 2004



الشكل (٧): استخدام الفيروسات الغدية كناقلات للجينة العلاجية



الشكل (٨): معالجة الخلايا السرطانية باستخدام الفيروسات المعدلة وراثيا، الفيروس E1B هو فيروس غير معدل وراثيا وهو يدخل إلى الخلايا السرطانية والخلايا غير السرطانية ويؤدي إلى موتها، أما حين يستخدم الفيروس المعدل وراثيا الذي أضيفت إليه مورثة P53 التي تعمل كمورثة مضادة للتسرطن فإنه سيكون قادرا على دخول الخلايا السرطانية ويؤدي إلى قتلها، أما الخلايا العادية فإنه لا يستطيع دخولها وبالتالي لا تتأثر بالفيروس

نوع السرطان	طريقة المعالجة الجينية المستخدمة
سرطان الدماغ	زرع نوع من الخلايا المعدلة وراثيا (يتم بإضافة المورثة USV-TK) في دماغ المصاب لكي تصنع المورثة المضافة سما قويا ينتقل إلى الخلايا السرطانية ويقتلها
سرطان الثدي	حقن نوع من الخلايا التي أضيفت إليها مورثة MDR1 أو مورثة IL4 إلى المريضة والتي ستقوي الجهاز المناعي للمريضة وتمكنه من مهاجمة الخلايا السرطانية وقتلها
سرطان القولون	استخدام فيروسات أضيفت إليها مورثة MDR1 ونشر هذه الفيروسات في الخلايا السرطانية ويقوم البروتين المنتج من تلك المورثة بمساعدة الخلايا السرطانية على الاستجابة للأدوية وعدم تكوين ما يسمى بمقاومة الأدوية التي تعتبر ظاهرة عامة
سرطان المبيض	استخدام فيروسات أضيفت لها مورثة P53 لتقوم بوقف نمو الخلايا السرطانية أو قتلها
سرطان الرئة	استخدام فيروسات أضيفت إليها مورثة Antisense KRAS التي ستخرب ر.ن.أ المورثة KRAS، مما يؤدي إلى توقف انقسام وتكاثر الخلايا السرطانية
سرطان الجلد	استخدام مادة Liposomes لشحن وإيصال مورثة HL-A-B7 إلى الخلايا السرطانية والتي ستؤدي إلى تقوية مناعة المريض ضد خلاياه السرطانية

الشكل (٩): يمثل بعض الأمثلة عن الأورام التي يمكن معالجتها، ويوضح الطرق التي يجري التجريب عليها لمعالجة مرض السرطان وهي تعتمد على القتل المباشر للخلايا السرطانية أو تقوية الجهاز المناعي ليتمكن من التعرف على الخلايا السرطانية والتخلص منها باعتبارها أجساما غريبة وهناك طرق أخرى تعتمد على تصليح العطل الوراثي الذي يسبب السرطان

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

المعالجة الجينية (طب الجينات وجراحتها)

د. هاني رزق[*]

١ - مقدمة خاصة

تتمثل الأغراض الأساسية من هذه المقدمة (التي هي أساسية لفهم المعالجة الجينية) بما يلي:

١ - إيضاح تعبير «طب الجينات وجراحتها».

٢ - بيان أساس الهندسة الجينية genetic engneering كأصل للمعالجة الجينية gene therapy.

٣ - تعريف الجين والجينوم البشري والبروتيوم الناتج عنهما.

٤ - إيجاز أهمية كل من الحمض النووي الريبي ribonucleic acid(**) (RNA) سيد البيولوجيا، والحمض النووي الريبي المنزوع الأكسجين deoxyribnucleic acid (DNA) ماكنة التنسخ(***)(١)، والبروتينات (حصان الشغل في البيولوجيا).

(*) أستاذ علم الجنين الجزيئي، كلية العلوم، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(**) سنستعمل في هذه الدراسة الاختصارات اللاتينية للمركبات الكيميائية الحيوية كما هي، من دون أي تعريب لهذه الاختصارات. ذلك أنها ذات صيغ كيميائية محددة، مثلها مثل السلفات والفوسفات والأدينيلات... فنقول DNA وRNA وHLA، ولا نقول دنا ورنا وهلا.

(***) تشير الأرقام المرفوعة إلى المراجع.

١ - ١ - إيضاح تعبير طب الجينات وجراحتها

لقد وُضع تعبير «طب الجينات وجراحتها» لإيضاح العلاقة بين الجينات وإمكان تطبيب (معالجة) المصابين بعدد من الأمراض باستعمال تقنية الهندسة الجينية. وقُصد، في ما يبدو، بـ «جراحة الجينات» استئصال جين سوي ما من مكانه، ووضعه مكان جين معيب، كما يُستأصل بالجراحة قلب سليم مثلا، ويُغرس مكان قلب معتل. ومع أننا لا نرى ضيرا من استعمال هذا التشبيه للتبسيط ولتقريب الأمر من فهم العامة لكن الفروق التقنية بين السيرورتين، والدقة العلمية، تمليان علينا الالتزام بالتعبير العلمي الشائع، ألا وهو «المعالجة الجينية» كترجمة إلى العربية للتعبير gene therapy.

١ - ٢ - بيان أسس الهندسة الجينية

كما هو معلوم، يتم في الهندسة الجينية (أو تقانة DNA المأشوب(*) recombinant DNA technolgy عزل جين ما، وجعله في حامل من الحوامل، ثم إدخاله في خلية أخرى، كي يقوم بالتعبير عن نفسه بتركيب بروتين نوعي، يؤدي وظيفة محددة. ولقد وضع تعبير «الهندسة الجينية» لأول مرة في مطلع سبعينيات القرن الماضي؛ لتقريب التقنية مما يقوم به المهندس بتصميم بناء مثلا، تصوره مسبقا، فينشئ أو يهندس بناء جينيا نوعيا. ففي النصف الأول من سبعينيات القرن الفائت، استطاع «بول برج» Paul Berg، و«هربرت بوير» Herbert Boyer من جهة، و«ستانلي كوهين» Stanley Cohen من جهة أخرى، من عزل جين مقاومة أحد المضادات الحيوية الموجودة في بلزميد الإشريكية القولونية Escherichia coli، وجبله في بلزميد إشريكية قولونية أخرى، وإدخال البلزميد إلى الخلية، لتصبح مقاومة لتتراسيكلين(**). وتجدر الإشارة إلى أن الإشريكية القولونية، تستوطن معي الإنسان، وتركب له مواد عديدة مفيدة. ويحوي ١ جرام من براز الإنسان في الحالة السوية قرابة عشرة ملايين إشريكية قولونية.

(*) أشَبَ وأشَّبَ، أشبا وتأشيبا وأشائبا، فهو مأشوب: خلط الأشياء ببعضها البعض. من قول «النابغة الذبياني» («زياد بن معاوية الذبياني»؟ - ٦٠٤ ميلادية):

وثقتُ لهُ بالنصر إذ قيلَ قدْ غزتْ قبائلُ منْ غسانَ غيرُ أشائب

(**) البلزميد حلزَون مزدوج مغلق من DNA (له شكل حلقة، الشكل ١)، يميز معظم الجراثيم - البكتريا - يتألف تقريبا من ٢٠٠٠ إلى بضع مئات آلاف أشفاع (أزواج) الأسس (النكليوتيدات). يحوي بصورة خاصة جينات تعطيل فعل المضادات.

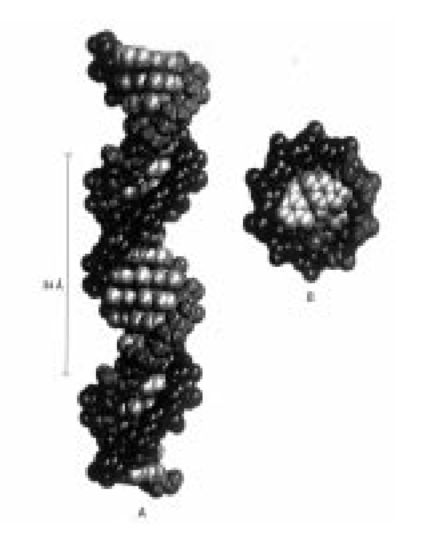
الشكل (١): مُخطط ترسيمي لبلزميد الإشريكية القولونية. (عن المرجع ٢، ص ٣٥٧).

الشكل (٢): مُخطط ترسيمي للخريطة الجينية لحلزون DNA الحلقي للكوندرية (عن المرجع ٢، ص ٢٨٩، انظر المرجع من أجل التفاصيل).

ولم يكن بالإمكان قيام الهندسة الجينية لولا تحقق أمرين اثنين:

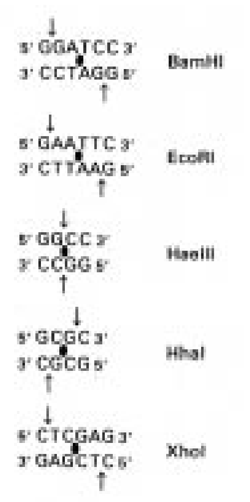
١ - صلابة جزيء DNA.

٢ - اكتشاف أنزيمات التقييد restriction enzymes. فجزيء NDA يعتبر أصلب جزيء بيولوجي عرفته الطبيعة (انظر المرجع ٢، ص ٢٥٩ - ٢٧٠ وص ٣٥٢ - ٣٧٤، وص ٤٠١ - ٤١٥). وترجع هذه الصلابة، كما سنرى بعد قليل، إلى وجود ثلاث روابط هيدروجينية بين أساسي الغوانين والسيتوزين، ورابطتين هيدروجينيتين بين أساسي الأدنين والتيمين. وتعمل هذه الروابط كعوارض (درجات) السلم، تمسك القائمتين (تتالي الريبوز المنزوع الأكسجين والفوسفات) إحداهما بالأخرى (الشكل ٣). كما أن صلابة جزيء DNA ترجع إلى شكله الحلزوني. إن أقوى الأعمدة التي نحتها المعماريون الفنانون كانت على شكل أعمدة حلزونية مجدلة، وليست أسطوانية عادية. ويشهد على ذلك كثير من الأبنية الرومانية التي صنعت أعمدة واجهاتها على شكل حلزوني مجدول.



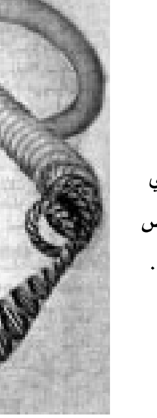
الشكل (٣): منظر جبهي (A)، ومقطع عرضي (B) للعمود المجدول - الهندسي المعماري - لحلزون «واتسون - كريك». (عن المرجع ٢، ص ٢٦٢).

أما إنزيمات التقييد فهي أدوات القطع، تحلمه (تحل بالماء) الروابط ثنائية الإيستر الفوسفورية phospdiester في العمود الفقري لتسلسل من DNA، يتعرفه الإنزيم، يعرف بمقر التقييد، ويتألف من عدد شفعي (زوجي) من النكليوتيدات، غالبا إما أربعة أو ستة (الشكل ٤) (انظر أيضا من أجل إنزيمات التقييد المرجع ٢، الجدول ٢٠٩، ص ٣٦٠). لقد تم اكتشاف إنزيمات التقييد في الجراثيم - بدائيات النوى - في أواخر ستينيات القرن الماضي من قبل «ورنر آربر» Werner Arber، و«هاميلتون سميث» Hamilton Smith. ويمكن القول عموما إن هذه الإنزيمات تصون الجرثوم من استيلاء الفيروس عليه، بتقويضه لـ DNA الفيروس الغازي من دون أن تؤذي الـ DNA بها بآلية بارعة، يضيق المجال عن ذكرها[٣] (انظر المرجع ٣، ص ٢٤٥ - ٢٥٢).



الشكل (٤): بعض إنزيمات التقييد. تشير الأسهم إلى مقرات القطع، والأجسام البيضوية إلى المحاور الثنائية للتناظر، والرموز - اليمين - إلى أسماء الإنزيمات وفقا لمصادرها الجرثومية. (عن المرجع ٣، ص ١٤٥. انظر، من أجل التفاصيل، المرجع ٢، ص ٣٦٠).

ويتم في الهندسة الجينية الحصول على الجين الذي سينقل بشطر نهايتي تسلسله بأحد إنزيمات التقييد، غالبا ما يتألف مقر تعرفه recognition site، أو مقر تقييده restriction site، من ستة نكليوتيدات. كما يشطر مكان الجين في الحامل vector الذي سينقل إليه بالإنزيم نفسه من أجل الحفاظ على التتامية. ثم تلحم نهايتا الوصل بتشكيل رابطتين ثنائيتي الإيستر الفوسفوري بإنزيم آخر هو الليجاز ligase. وتجدر الإشارة إلى أن مقر التعرف أو التقييد، يكون له ما يتممه في الشريطة الثانية من جزيء DNA، لذا فإن نقطة القطع أو الحلمهة غالبا ما تكون في الشريطة الأولى بارزة في الاتجاه نُزلا؛ أي 3 Æ 5، بثلاثة نكليوتيدات بالنسبة للشريطة الثانية المتممة، التي تبرز هي الأخرى إنما في الاتجاه المعاكس؛ أي تضاد التوازي antiparallel أو بالاتجاه صعدا، أو 5 Æ 3 (الشكل ٥). [من المعلوم أن كل شريطة من شريطتي حلزون DNA، تتم الشريطة الأخرى، إنما باتجاه معاكس، فإحداهما تُقرأ في ما يتعلق بارتباط الفوسفات بالريبوز المنزوع بالأكسجين بالاتجاه نزلا؛ أي من ٥ باتجاه ٣، أي من الكربون الخامس (٥) للريبوز المنزوع الأكسجين إلى كربونه الثالث (٣)، أو صعدا من ٣ باتجاه ٥ (تقرأ ٥ رئيسة و٣ رئيسة)].



الشكل (٥): مُخطط ترسيمي لخلية حقيقية النواة وللكروماتين ولحلزون «واتسون - كريك». لاحظ تضاد التوازي في شريطتي الحلزون. (عن المرجع ٢، ص ٣٧١. انظر المرجع من أجل التفاصيل).

١ - ٣ - تعريف الجين والجينوم البشري والبروتيوم الناتج عنهما

إن مجموع «جينات» gene الفرد تشكل الجينوم genome الخاص بهذا الفرد، بينما تؤلف البروتينات التي يرمزها (يكوِّدها) هذا الجينوم بروتيوم proteome الفرد. وجينوم الفرد - عدد جيناته - لا علاقة له بدرجة تطور الفرد، من حيث البنية أو الوظيفة. فمثلا، يبلغ عدد جينات الدودة الخيطية المدورة Caenorhabtidis elegans (دودة تعيش في التربة، طولها قرابة ١ مللي متر، عدد خلاياها ٩٥٩ خلية فقط (الشكل ٦)، (وهي الكائن الحي الوحيد، الذي عرف مصير كل خلية من خلاياه)، يبلغ إذن أكثر بقليل من ١٩ ألف جين. في حين أن جينوم ذبابة الفاكهة Drosophila melanogaster (الشكل ٧)، التي يزيد عدد خلاياها على مائة مليون خلية، يتألف من قرابة ١٣ ألف جين فقط. وأن جينوم الإنسان - الذي يتألف جسمه من مائة ألف مليار (١ × ١٠ ١٤) خلية، ويتألف دماغه فقط من مائة مليار خلية - لا يتجاوز ٢٥ ألف جين. أما البروتيوم؛ أي عدد بروتينات الفرد، فيزيد مرات عديدة على عدد الجينات. فعدد بروتينات الإنسان يتجاوز ثلاثمائة ألف بروتين مختلف، ذلك أن كل جين يرمز إلى عدة بروتينات.





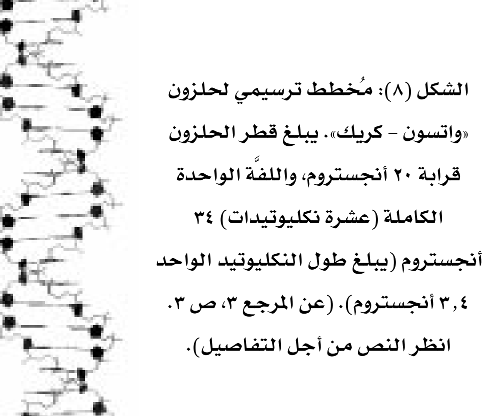
الشكل (٦): صورة لذبابة الفاكهة (A) Drosophila melarnogaster، وللدودة المُدوَّرة (B) Caenorhabtidis elegance، ولنبات «العربية» Arabidopsis thaliana تُعتبر هذه الكائنات من بين الأكثر استعمالا في الدراسات البيولوجية الجزيئية (عن المراجع ٢، ص ٤٢٢. انظر المرجع من أجل التفاصيل).



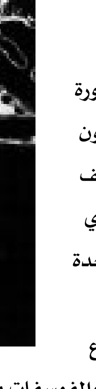
الشكل (٧): صورة مكبرة لرأس ذبابة الفاكهة. قارن هذه الصورة بالصورة A في الشكل (٦) (عن المرجع ٢، ص ٣١٢. انظر المرجع من أجل التفاصيل).

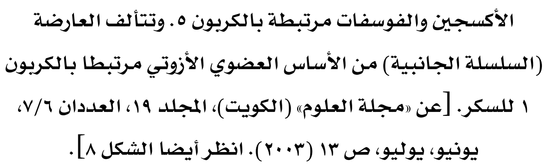
والجين هو تسلسل محدد من جزيء DNA. ويشكل DNA كحمض مع بروتينات خمسة قلوية التفاعل، هي الهستونات histons (H1 وH2A وH2B وH3، H4)، وذات كتل جزيئية نسبية منخفضة (قرابة ١٧ كيلوردالتون)، يشكل الكروماتين، مادة الصبغيات (الكروموسومات). وكمعرفة شائعة، تحوي كل خلية ذات نواة (ما عدا الكريات الحمر الناضجة عديمة النوى) ٤٦ صبغيا، ٤٤ منها صبغيات جسدية، وصبغيان منها جنسيان، هما الصبغي X والصبغي Y. وترث من الأم بطبيعة الحال ٢٢ صبغيا جسديا، وصبغيا جنسيا هو X دائما. بينما نرث من الأب مجموعة مثلية من الصبغيات الجسدية؛ أي ٢٢ صبغيا جسديا، وصبغيا جنسيا، هو X في حال الجنين الأنثى، وY في حال الجنين الذكر. وللصبغيين X وY، في ما يبدو، أصل واحد. وفي حين أن X يحوي أكثر من ١٥٠٠ جين، فإن جينات Y (وهي مسؤولة عن تحديد الذكورة) لا تزيد على مائة جين، وبغية ألا تتلقى الأنثى جرعة مضاعفة من جينات X، فإن أحد هذين الصبغيين، يعطل نفسه على شكل جُسيم، يعرف بجُسيم بار Bar، بتركيبه حمضا نوويا ريبيا (RNA)، يغطيه بكامله (ما عدا عدد قليل من الجينات)، فيعطله كله تقريبا. ويركب هذا الحمض جين يوجد في الصبغي نفسه، يعرف بالجين سست xist. ويحمي الصبغي الآخر X نفسه من سيرورة الطمس تلك، بتركيبه نوعا آخر من جزيء قصير RNA short مضاد المعنى antisense واعتراضي interference (siRNA)، يقوض RNA الذي يحاول الالتصاق به ٤ - ٧. إنها سيرورة بارعة، كي لا تتحمل الأنثى عبئا مضاعفا من جينات X.

وكمعارف عامة أيضا، يتألف حلزون DNA المزدوج حلزون «واتسون - كريك» Watson - Crick من شريطتين من النكليوتيدات (الشكل ٨)، تلتفان إحداهما على الأخرى لفة واحدة كل عشرة نكليوتيدات؛ أي كل ٣٤ أنجستروم (يبلغ طول النكليوتيد الواحد ٣,٤ أنجستروم، أو ٠,٣٤ نانومتر، ويساوي المتر الواحد عشرة مليارات أنغستروم) (الشكل ٩).



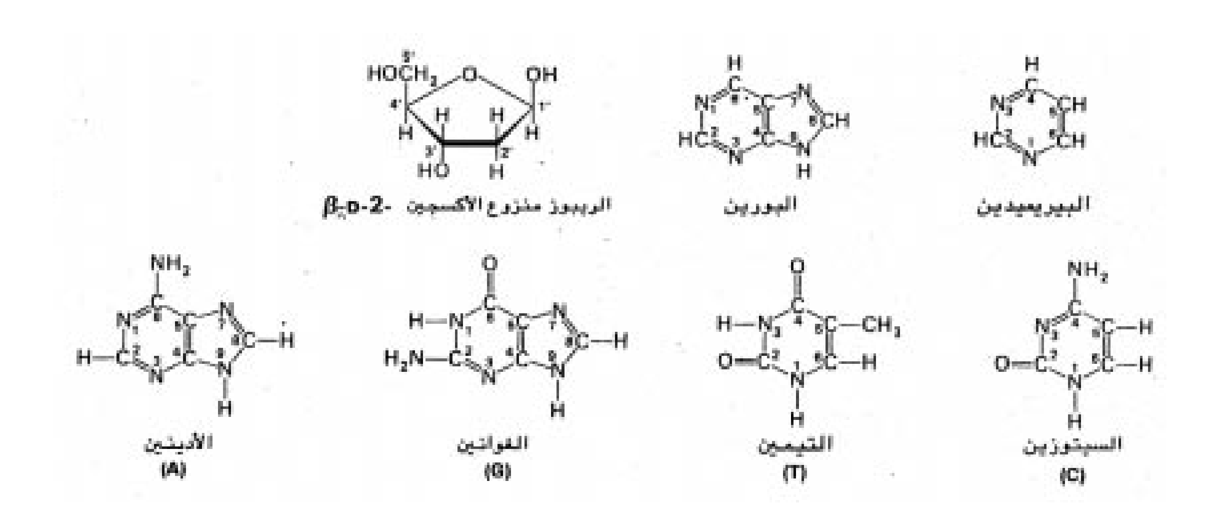
الشكل (٨): مُخطط ترسيمي لحلزون «واتسون - كريك». يبلغ قطر الحلزون قرابة ٢٠ أنجستروم، واللفةً الواحدة الكاملة (عشرة نكليوتيدات) ٣٤ أنجستروم (يبلغ طول النكليوتيد الواحد ٣,٤ أنجستروم). (عن المرجع ٣، ص ٣. انظر النص من أجل التفاصيل).





الشكل (٩): صورة لحلزون «واتسون - كريك». يتألف العمود الفقري للشريطة الواحدة من تسلسل الريبوز المنزوع الأكسجين والفوسفات مرتبطة بالكربون ٥. وتتألف العارضة (السلسلة الجانبية) من الأساس العضوي الأزوتي مرتبطا بالكربون ١ للسكر. [عن «مجلة العلوم» (الكويت)، المجلد ١٩، العددان ٦/٧، يونيو، يوليو، ص ١٣ (٢٠٠٣). انظر أيضا الشكل ٨].

والنكليوتيد جزيء مركب من ثلاثة جزيئات: الريبوز المنزوع الأكسجين في الوسط، يرتبط بكربونه الثالث (٣) أو الخامس (٥) جذر الفوسفات PO_4^{3-}، وبكربونه الأول (١) أحد أساسين عضويين آزوتيين من البورين purine، هما الأدنين والغوانين، أو أحد أساسين عضويين من البيريميدين pyrimidine، هما التيمين والسيتوزين (الشكل ١٠). ويشكل تتالي السكر والفوسفات العمود الفقري للشريطة قليلة النكليوتيدات، بينما تمثل الأسس السلاسل الجانبية. ولكن تحدث تتامية الشريطتين إحدهما مع الأخرى بتشكل ثلاث روابط هيدروجينية بين الغوانين المتتام مع السيتورين، وبتشكل رابطتين هيدروجينيتين بين الأدنين والتيمين (الشكل ١١). إن كون جزيء DNA أصلب جزيء بيولوجي (كيميائي حيوي) عرفته الطبيعة، إنما يرجع، كما سبق أن ذكرنا، إلى التفاف الشريطتين إحداهما على الأخرى التفافا حلزونيا، وإلى تشكل هذه الروابط الهيدروجينية، أمران جعلا الهندسة الجينية، ومن ثم المعالجة الجينية، تقنيتين ممكنتين. وتجدر الإشارة إلى أننا نرث من الأم ما يقرب من ثلاثة بلايين نكليوتيد؛ أي ٣ × ١٠ ٩، ومثلها من الأب. وتشكل مجموعة صبغيات الأم أو الأب ما يعرف بالمجموعة الفردانية haploid. وتؤلف المجموعتان معا ضمن نواة الخلية ما يعرف بالمجموعة الضعفانية diploid.



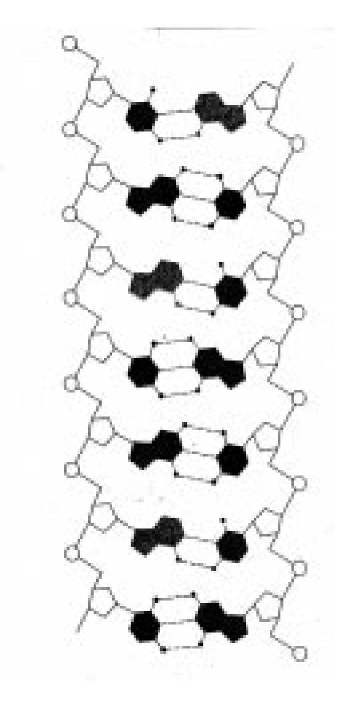
الشكل (١٠): مُخطط ترسيمي لصيغ الريبوز المنزوع الأكسجين والأسس البورينية (الأدينين A والغوانين G) والبيريميدينية (التيمين T والسيتوزين C). (عن المرجع ٢، ص ٢٦٠).

ونواة الخلية لا ترى بالعين المجردة، وإذا ما تم تكبيرها ألف مرة، فستبدو كقطعة نقد معدنية صغيرة. إن هذه النواة، تؤوي ما طوله ٢,٠٤ متر من حلزون DNA المزدوج؛ أي ٣,٤ انغستروم طول النكليوتيد الواحد، × ٣ × ١٠ ٩ عدد نكليوتيدات المجموعة الفردانية، × ٢ المجموعة الصعفانية × ١ × ١٠ - ١٠ طول النكليوتيد بالمتر، وذلك إذا ما فردنا حلزون DNA المزدوج بلفه في الاتجاه المعاكس، فيأخذ عندئذ شكل شريطة سلمية، قائمتاها تسلسل السكر والفوسفات، وعوارضها الأسس المتشافعة٨ (يرجع إلى الشكل ١٠). [يمكن الرجوع من أجل صيغ النكليوتيدات وبنية DNA إلى المرجع ٢، الأشكال ١٣,٧، و١٤,٧، ١٥,٧، و١٦,٧، الصفحات ٢٦٠ - ٢٦٣، انظر أيضا المرجع ٨]. إن جسمنا يؤوي إذن ٢٠٤ مليارات كيلومتر من DNA، الذي له شكل السلم؛ أي ٢,٠٤ متر في نواة الخلية الواحدة، × ١٠ -٣ كيلو متر للمتر، × ١٠ ١٤ خلية. إن هذا الطول يلف استواء الكرة الأرضية (٤٠ ألف كيلو متر تقريبا) ٥,١ مليون مرة. كما أن هذا السلم من DNA، يقطع القطر الأكبر لإهليلج المنظومة الشمسية ١٧,٣ مرة تقريبا (يبعد وسطيا كوكب بلوتو pluto أو بلوتون pluton - أقصى كوكب - عن الشمس ٥٩٠٠ مليون كيلومتر). أما من حيث الوزن، فإن كل نواة تؤوي ما وزنه ١٢ بيكوجراما من DNA (إن وزن المجموعة الفردانية يبلغ ٦ بيكوجرمات، ويساوي الجرام ١ × ١٠ ١٢ بيكوجرام)؛ أي وزن ٢,٠٤ متر من سلم DNA. إن جسيمنا يحوي إذن ١٢ × ١ × ١٠ -١٢ × ١ × ١٠ ١٤ = ١٢٠٠ جرام. وتجدرالإشارة إلى أن أقل من ٢ في المائة من هذه الكمية الهائلة من DNA، يشكل جيناتنا التقليدية (قرابة ٢٥ ألف جين).

وحتى سنوات قليلة جدا (حتى عام ٢٠٠٣)، كانت الكمية الكبيرة (أكثر من ٩٨ في المائة)، تعتبر حطاما أو سقطا تطوريا لا أهمية وظيفية له. لقد اتضح منذئذ أن لهذه الكمية الهائلة وظائف عديدة، فهي ترمز أنواعا معينة من RNA، وتنظم عمل الجينات التقليدية، ويتألف ٤٥ في المائة منها من ترانسبوزونات transposons (تسلسلات من DNA، تقفز من نقطة إلى أخرى على الصبغي الواحد، أو من صبغي لآخر، فتنشط بعض الجينات أو تكتبها، وأن أكثر من ٧ في المائة تتألف من تسلسلات فيروسية مغايرة retrovirus(*)، وأن الظروف الخارجية تؤثر في الجينوم، وتورَّث هذه التأثيرات على الأقل ثلاثة أجيال، خلافا لما تقتضيه الداروينية. كما اتضح أن بعض الجينات تُورَّث على نحو يخترق، كما سنرى، قانوني مندل. إن ما كان يعد حطاما تطوريا وسقطا تراكميا لا نفع فيه، يغير، جنبا إلى جنب من الراموز (الكود) الهستوني، المتمثل بالهستونات الخمسة وما يصيبها من تحويرات، يغير إذن من نماذج علمية paradigms

(*) سُميت «مغايرة» (وليس «قهقرية») لأن مادتها الوراثية، تتألف من RNA، خلافا للفيروسات الأخرى، حيث يوجد DNA. وصحيح أن السابقة -retro، تعني «تراجعي» أو «قهقري»، فإنها تعني أيضا «متغاير» أو «مختلف». إن المعلومات الوراثية تنتقل خلافا لما هو معروف وبعكسه؛ أي من RNA إلى DNA، وليس العكس.

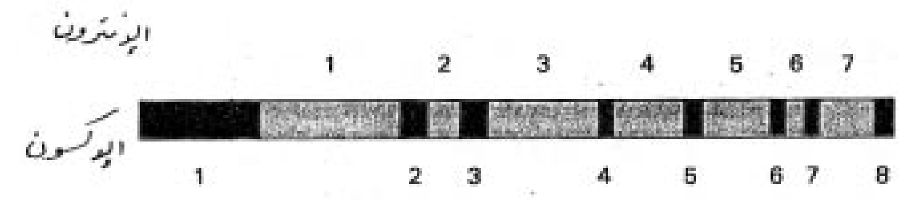
(كالمندلية والداروينية)، كانت تعتبر غير قابلة للنقاش، إذ إن هذا الحطام وهذا السقط هو بمنزلة جواهر بين الرمم. وتجدر الإشارة أيضا إلى أن هذا الامر، يماثل ما نتج عن الانفجار الأعظم. فنحن نعرف أمورا كثيرة عن الكون القابل للرصد. ولكن هذا الكون الذي يتألف من سبعين ألف مليار مليار نجم؛ أي ٧ × ١٠ ٢٢، تتوزع في قرابة مائة مليار مجرة. إن هذا الكون يؤلف ٤ في المائة مما خلفه الانفجار الأعظم. أما ما تبقى، فيتألف من ٢٦ في المائة من مادة سوداء باردة، ومن ٧٠ في المائة من طاقة معتمة. ومع أننا لا نعرف الكثير عن هذا الكون غير القابل للرصد، فإننا نعرف فقط أن الطاقة المعتمة قد تتألف من الجُسيم الأولي النترينو neu-trino ذي قوة الاختراق الهائلة (يخترق كامل الأرض بسهولة)، وتقذف به الشمس وكل النجوم النشطة (التي تحرق الهيدروجين إلى هليوم).



الشكل (١١): مخطط ترسيمي لحلزون «واتسون - كريك»، وقد تم لفه بالعكس، فأخذ شكل سُلّم، قائمتا وتسلسل الريبوز المنزوع الأكسجين وجذر الفوسفات، وعوارضه (درجتاه) الأسس المتشافعة. يتسبب التشافع في تشكل الروابط الهيدروجينية: اثنتان بين الأدينين والتيمين، وثلاث بين الغوانين والسيتوزين). (عن المرجع ٢، ص ٢٦١، انظر النص والمرجع ٢ من أجل التفاصيل).

لنعد إلى جيناتنا، ونتساءل ما هو الجين إذن؟ مع أن كلمة gene [من اليونانية gennan، من genna، الشكل الشاعري لتعبير genos، أي عرق (سُلالة)، واشتق من الجذر اليوناني genô للتعبير gignesthai ويعني «يصبح» أو «يولد»، يُنجب من قبل الأب، ويحمل من قبل الأم]، قد وضعت لأول مرة من قبل «جوهانسن W.Johannsen في أواسط العقد الثاني من القرن الماضي، فإن تعريف الجين، أصبح مع تقدم العلوم البيولوجية، والبيولوجيا الجزيئية خاصة، أكثر تعقيدا فمن حيث البنية، يتألف الجين من تسلسل متصل - في أغلب الأحيان - من النكليوتيدات، يتراوح عددها ما بين بضع مئات؛ كجين الأنسولين مثلا، وبضع مئات الآلاف؛ كجين التليف الكيسي cystic fibrosis. ويشتمل هذا التسلسل على قطع مرمزة

(تعبر عن نفسها expressed)، وقطع غير مرمزة (لا تعبر عن نفسها unexpressed، وتعرف أيضا بالتسلسلات التداخلية intervening). وبعد عملية الانتساخ transcription إلى RNA، وبخاصة الرسيل messanger (mRNA)، تسمى القطع المرمزة بالإكسونات exons (من expressed)، وستترجم translated إلى بروتين، والقطع غير المرمزة بالإنترونات in-trons (من intervening). ولا يعبر عنها (الشكل ١٢).



الشكل (١٢): مُخطط ترسيمي لجين الآح (ألبومين البيض) ovalbumin للدجاج. مُثلث الإنترونات (التسلسلات غير المرمزة - غير المكودة)، وعددها سبعة، باللون الفاتح. والإكسونات (التسلسلات المرمزة)، وعددها ثمانية، باللون العاتم. لقد انتسخت الإنترونات عن DNA التداخلي. ويمكن نظريا للتجديل أن يشكل عددا من التراتبات المختلفة (تترجم إلى عدد مقابل من أنواع البروتين). (عن المرجع ٣، ص ١١٣، انظر النص من أجل التفاصيل).

تُفصم الإكسونات عن الإنترونات بوساطة بنى، تُعرف بالريبوزيمات، تتألف من حامل بروتيني وتسلسلات قصيرة وقليلة من أنواع معينة من RNA. أعطيت الرمز U (هناك U1 وU2... حتى U6). وتتم عملية الفصم بتفاعل حلمهة، تحفزه التسلسلات القصيرة من RNA، التي تعمل كإنزيم بروتيني، لذا فإن كلمة «ريبوزيم» ribozyme اشتقت من (من الحمض النووي الريبي)، ومن ribozyme - (من إنزيم). أما الحامل البروتيني فليس له، على ما يبدو، أي علاقة بالفعل التحفيزي، ويعمل كمجرد حامل فيزيائي. تربط بعدئذ الإكسونات بعضها ببعض بواسطة الريبوزيمات أيضا بسيرورة، تعرف بالتجديل Splicing. [يشكل التجديل جزءا من سيرورة نضج mRNA، وحمايته من التدرك بإنزيم الريبونكلياز، الذي يمكن أن يقوضه إذا لم ينضج، فبالإضافة إلى التجديل، تضاف إلى النهاية ٥ (خمسة رئيسة) زمرة ٧ - ميتيل الغوانيلات على شكل قلنسوة cap، تغطي نهايته اليسرى (اصطلاحيا). وهذه هي عملية التقلنس capping. أما نهايته اليمنى، أو ٣ (ثلاثة رئيسة)، فيربط بها ذيل من عديد الأدينين polyadenly (لا يترجم). وهذه هي عملية التذييل polyadenylation. ويبلغ عدد جزيئات حمض الأدينيل، أو أحادي فوسفات الأدينين، التي تشكل الذيل، قرابة ٢٥٠ جزيئا تقريبا. يصبح جزيء mRNA، في إثر هذه السيرورات الثلاث: التجديل والتقلنس والتذييل، ناضجا، عصيا على التدرك. فينقل من النواة إلى السيتوبلازما، كي يترجم إلى بروتين نوعي]. وبالنظر الى أن التجديل لا يتم بنمط واحد، بل يحدث بتراتبات مختلفة (أي إن التجديل يصل، كتراتب أول، الإكسون ١ و٢ و٥ مثلا، أو كتراتب ثان الإكسون ١ و٣ و٤، و٦،

مثلا، أو كتراتب ثالث ٢. و٣ و٥ و٦... وهكذا، إذا كان الجين يتألف من ستة إكسونات). بناء على ذلك فإن مقولة: «جين واحد بروتين واحد»، التي ظهرت في مطلع ستينيات القرن الماضي، هي مقولة غير صحيحة. ولا يمكن على هذا الأساس تعريف الجين بأنه تسلسل من النكليوتيدات. كما أنه لا يمكن تعريف الجين بالرسيل الذي ينتسخ عنه، ذلك أن التجديل يشتق من الرسيل أكثر من بنية، تترجم إلى بروتين ٩-١١. لذا، يمكن تعريف الجين من حيث البنية بأنه الوحدة الانتساخية transcriptional unit، التي تترجم إلى بروتين نوعي. [نعود لنذكر من جديد أن عدد الجينات التقليدية للإنسان يبلغ قرابة ٢٥ ألف جين، بينما يزيد عدد بروتينات الإنسان - البروتيوم البشري - على ٣٠٠ ألف بروتين].

أما إذا أردنا تعريف الجين من حيث الوظيفة، فإن الأمر يصبح أكثر تعقيدا. فمع أن معظم الوحدات الانتساخية، يترجم إلى بروتينات، فإن بعضها ينتسخ إلى أشكال من RNA لا تترجم إلى بروتينات ٤-٧، ١٢ - ١٤، مثل جينات الحموض النووية الريبية الريبوزومية الثلاثة ribosonmal RNAs (rRNAs)، (٥ و١٨ و٢٨ S). [S من Theodore Svedberg، اسم الباحث الذي وضع هذه الوحدة في تقنية النبذ الفائق التحليلي analytical ultracentrifu-gation، وتتناسب مع حجم الجُسيم الدقيق، أو الجزيء الكِبري، الذي يخضع للنبذ الفائق، وكتلة هذا الجسيم أو الجزيء]. والحموض النووية الناقلة transfer RNAs (tRNAs) وعددها مثل عدد الروامز الوراثية codons، أي ٦٢ (من ٤ ٣ = ٦٤ - ٣)، والحموض النووية الصِغرية microRNA، ووظائف عدد كبير من التسلسلات التداخلية في DNA، وما يقابلها من إنترونات في RNA، ومما يزيد الأمر تعقيدا أننا لو اقتصرنا على تعريف الجين (الوحدة الانتساخية) بالبروتين المرمز في هذه الوحدة، فإننا ننقل أنفسنا إلى وظيفة البروتين ذاته، أمر غاية في السذاجة والخروج على المنطق. وقد يرجع - في رأينا - بعض إخفاقات المعالجة الجينية، كما سنعرض لذلك، إلى عدم فهمنا الصحيح لآلية عمل مجموعات الجينات من جهة، والعمل الجينوم البشري ككل متناسق، الذي يتمثل بكامل تسلسلات DNA؛ أي ثلاثة مليارات نكليوتيد، وليس فقط ٢٥ ألف جين.

والجينوم البشري التقليدي هو عادة مجموع الجينات التقليدية المرمزة، ويبلغ عددها قرابة ٢٥ ألف جين، وتشكل النمط الجيني genotype، وهي لا تغادر النواة. وكما سبق أن عرضنا، فإن حجم الجينوم، لا يعكس درجة تعضي الكائن الحي، ومستوى تعقيد وظائفه. كما أن الجانب الكيفي للجينوم (طريقة تراتب الجينات، وعلاقاتها بعضها ببعض)، أهم بكثير من الجانب الكمي (عدد الجينات التقليدية). ومع أن عدد جينات الإنسان قريب من عدد جينات الفأر، فإن الفأر (مهما جد في استعمال جيناته، أو مهما جهد التطور الداروويني في تحوير هذه الجينات بالطفر أو بأي طريقة أخرى)، لن ينشئ لغة ينطق بها،

ولن يقف منتصبا، أو يقابل إبهامه مع أصابعه الأخرى، ولن تكون له قشرة دماغية متطورة. ومن جهة أخرى، فإن تشابه تسلسلات DNA ليس مهما هو الآخر، كما يحلو للبعض أن يرى في ذلك التشابه. فتسلسلات DNA الإنسان، تتشابه أكثر من ٩٨ في المائة مع تسلسلات DNA الشمبانزي. ومع هذا، فالشمبانزي، كالفأر، يخضع لتطور موجه، لن يجعل منه أكثر من قرد، وسيبقى الإنسان خليفة الله في الأرض (انظر المرجع ٢، ص ١٣ - ٢٤). إن حدث الانفجار الأعظم، وتأثيرها (وفقا لثابتة الترابط Ka association, constant)، ومؤامة الثوابت الطبيعية بعضها لبعض تواؤما تاما وأنيقا، وجهت التطور ليصبح ذا معنى. فلولا خلق الإنسان في هذا الكون، لن يكون لهذا الكون أي معنى. ففهم جينوم الإنسان يجب أن يتم من خلال هذا المنظور، وليس بالمماثلة مع جينومات كائنات حية أخرى، لا من حيث عدد الجينات، ولا من حيث تماثل تسلسل DNA، بل من حيث إن جينوم الإنسان، كالإنسان نفسه، حدث متفرد، ليس له ما يماثله، ويشمل كامل تسلسلات DNA؛ أي ٣ × ١٠ ٩ نكليوتيد.

أما في ما يتعلق بالبروتيوم البشري، فيتمثل بعدد البروتينات، التي تشكل نمطه الظاهري phenotype (بنية الجزيئات والخلايا والنسج والأعضاء والأجهزة، ووظائفها)، فالبروتينات حصان الشغل في البيولوجيا. ومع أن بروتيوم الإنسان، يتألف وسطيا من ٣٠٠ ألف بروتين نوعي، فإن هذه البروتينات، تختلف، على الأقل من حيث تراكيزها، من لحظة فسيولوجية لأخرى. كما أن هنالك بروتينات أساسية، وأخرى كمالية تمايزية. إن من بين الأمور المهمة، التي يتفرد بها البروتيوم البشري، هي:

١ - بنية القشرة المستحدثة neocortex لدماغ الإنسان.

٢ - بنية حبالة الصوتية وحجيرة توضعها.

٣ - البروتينات التي تسببت في سيره على قدميه، ومن ثم تحرر طرفيه العلويين.

٤ - البروتينات التي سمحت لإبهامه بأن يتقابل مع الأصابع الأخرى. فخلق الإنسان إنسانا بحدث متفرد، معبرا عنها بثابتة الترابط (Ka)، وبالمواءمة الكاملة والأنيقة للثوابت الطبيعية، أساس قوانين العلم.

١ - ٤ - أهمية كل من RNA وDNA والبروتينات

مما لا لبس فيه أن الحياة بدأت بجزيء RNA قبل ما يقرب من ٤,٢ مليار عام (انظر المرجع ٢، ص ٢٤٢ - ٢٥٨). ذلك أن هذا الجزيء يستطيع أن يتنسخ (يتكرر) replicates، فينقل المعلومات من جيل إلى آخر. وهذا هو نمطه الجيني، كما أنه يستطيع أن يحفز catalyzes معظم التفاعلات التي تحفزها البروتينات. وهذا هو نمطه الظاهري phenotype. فجزيء RNA يجمع النمطين الجيني (الخاص بجزيء DNA)، والنمط الظاهري (الخاص

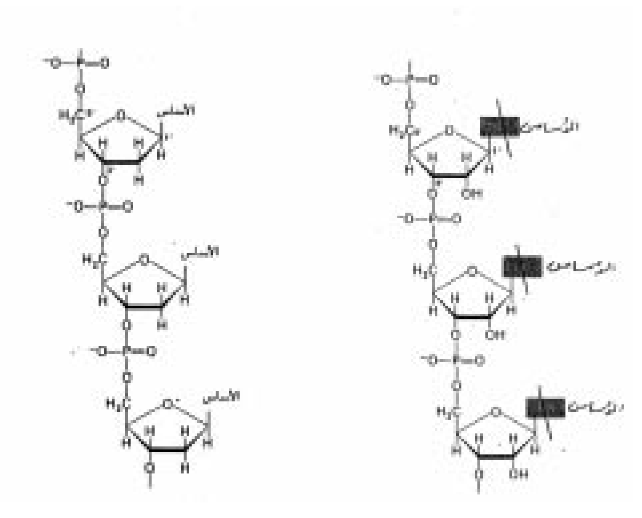
بالبروتينات الإنزيمية). وتتكشف يوما بعد يوم خصائص ذات أهمية كبيرة، يتصف بها هذا الجزيء، لم يكن أحد يتوقع قبل سنوات قليلة وجودها. فهنالك جينات خاصة بتسلسلات قصيرة من RNA غير مرمزة لأي بروتين (جينات RNA الصغرى microRNA). وهناك جزيئات RNA الاعتراضي القصير short (siRNA) intereferenceRNA ذات الشريطة المزدوجة (حلزون مزدوج)، يبلغ طولها ما بين ١٨ و٢٥ شفعا من النكليوتيدات. وهنالك، الإنترونات، التي تؤدي دورا مهما في تنظيم عمل الجينات التقليدية ٤ -٧ و٩ - ١٤، كما أن هنالك RNA مضاد المعنى antisense RNA. وبطبيعة الحال، فإن التعبير عن النمط الجيني كرموز، ليصبح نمطا ظاهريا، فيشكل بنى الكائن الحي، وينشئ وظائفه، لا يتم من دون توسط أنواع RNA الثلاثة (mRNA وrRNA وtRNA). فالبنظر إلى أن الحياة بدأت بهذا الجزيء، واشتق في ما بعد منه - كما سنرى بعد قليل - جزيء DNA. ولأنه ينظم فعل الجينات التقليدية، ويصحح أحيانا بعض أخطائها، ولأن له جيناته الخاصة به، ويملك النمطين الجيني والظاهري (التنسيخ والتحفيز) في آن واحد، وبالنظر إلى أن إنشاء البروتينات لا يتم إلا بمساعيه الحميدة bons offices، ويسهم إسهاما أساسيا في وضع مخططات تصميم الجسم، ولأنه قادر على تشكيل عقد وعرى ذات أشكال فراغية ثلاثية الأبعاد، تماما كالبروتينات، فلا يقتصر الجزيء على شكل خطي، ولأنه أيضا جزيء رقمي digital. من أجل هذه الأسباب كلها، وأخرى غيرها، فإننا نطلق على هذا الجزيء اسم سيد البيولوجيا The Master of Biology (انظر المراجع ٤ - ٧ و٩ - ١٤).

إن جزيء DNA هو ماكنة تنسخ أو تكرر، لا تختلف من حيث الجوهر عن الأوتوماتون (١) لـ «رينيه ديكارت» (*) René Descarts (١٥٩٦ - ١٦٥٠)، وعن آلة «جوتفريد فيلهلم لايبنتز [١٥]» Gottfried Wilhelm Leibns (١٦٤٦ - ١٧١٦) ذي الموقف المتميز في نزاعه المرير وغير العادل مع إسحق نيوتن» Isaax Newton (١٦٤٦ - ١٧٢٧)، الذي أنكر عليه أولويته في اشتقاق المعادلات التكاملية والتفاضلية، مدعيا حقه فيها، ومتهما «لايبنتز» بالتزوير[١٦]. كما أن جزيء DNA لا يختلف من حيث تنسخه عن ماكنة «آلن تورينج» (**) Alan Mathison Turing(١٩١٢ - ١٩٥٤)، وحاسوب «يوهان - جان فون نومان» [١٧]

(*) يُروى أن ديكارت(1) كان يشرح لملكة السويد في القاعة الملكية، أن جسم الإنسان مجرد آلة تلقائية ذاتية الحركة automaton، قادرة على التنسخ، فأومأت جلالتها إلى الساعة الموجودة أمامها، قائلة: «تدبر أمرها في أن تنجب».

(**) إن ماكينة «تورينج» هي ماكينة تجريدية، تمثل كامل نظرية الأوتوماتا، كما تمثل عموما القابلية الحسابية calculability تسعى ماكينة «تورينج» لأن تجسد الخوارزمية (التي مُثلت بمتواليات من التعليمات، تعمل تسلسليا على المعلومات التي تم إدخالها، وقادرة في الوقت نفسه على تزويد الآلة - الجملة - بالنتائج؛ أي أنها قادرة على التوالد). ويرى «تورينج» أنه بالإمكان تصور شروط، يمكن معها تجريبيا صنع مكانة قادرة على إجراء حوار معمق مع الإنسان، بتوليدها معلومات، تحلل بوساطتها الرسالة التي تتلقاها منه، وتجيب عنها إجابة منطقية.

«فـون نومـان»، Johann - John - von Neumann (١٩٠٣ - ١٩٦٧). [تجدر الإشارة إلى أن اقتبس كثيرا من أفكاره حول توليد المعلومات في الحاسوب من آلية تنسخ DNA الخلية، ونسخ المعلومات الوراثية على شكل RNA، وترجمة هذه الرموز إلى بروتين بواسطة الريبوزومات، في الوقت الذي لم يكن يعرف فيه البيولوجيون كثيرا من الآلية الجزيئية لهذه النواحي]. لقد تشكل جزيء DNA (أصلب جزيء بيولوجي عرفته الطبيعة، مما ساعد على قيام الهندسة الجينية أساس المعالجة الجينية) نتيجة إرجاع زمرة الهدركسيل (OH) في الكربون الثاني (C'2) للريبوز، فتحولت إلى هيدروجين (H) (الشكل ١٣)، وزالت الشحنة السالبة لتلك الزمرة، وتحول الريبز إلى ريبوز منزوع الأكسجين، مما مكن شريطتين من RNA مرجع الريبوز، أن تلتفا إحداهما على الأخرى حلزونيا، لتشكلا حلزونا مزدوجا هو حلزون «واتسون - كريك» ذلك أن التنافر السلبي بين الزمرة OH - في الكربون الثاني C'2 ذات الشحنة السلبية، وبين زمرة الفوسفات -PO4 3 شديدة السلبية والمرتبطة بالكربون الثالث (٣) أو الخامس (C'5) للريبوز، إن هذا التنافر قد زال بسبب هذا الإرجاع للزمرة OH - إلى H عديم الشحنة. إن هذا يفسر لماذا لا يستطيع جزيء RNA أن يشكل حلزونا مزدوجا (حلزون «واتسون - كريك») طويلا، يحوي مئات، أو آلاف الأسس، لأن هذا التنافر السلبي يحول دون ذلك، هذا مع العلم بأن جزيء RNA، يستطيع أن يشكل حلزونا مزدوجا، إنما لا تتجاوز أشفاع أسسه المتشافعة بضع عشرات (كما هي الحال في العروتين اليمنى واليسرى من ورقة البرسيم، التي تشبه هذا الجزيء في شكله المنبسط شكل هذه الورقة. انظر المرجع ٢، ص ٢٥٣. وكما هو شائع في جزيئات RNA الاعتراضي القصير siRNA الذي ذكرت منذ قليل). إن DNA إذن هو مجرد مكانة تنسخ.



الشكل (١٣): مُخطط ترسيمي لثلاثة نكليوتيدات من RNA (اليمين)، ولثلاثة نكليوتيدات من DNA (اليسار). لاحظ وجود الأكسجين في الريبوز غير المرجع في الكربون ٢؛ أي زمرة الهيدروكسيل السلبية OH - في RNA؛ الأمر الذي يمنع التشافع الطويل لجزيء RNA بسبب تنافر شحنة هذه الزمرة مع زمرة الفوسفات PO3-4 - السلبية أيضا، فيستحيل على RNA تشكيل حلزون مزدوج الشريطة طويل كحلزون «واتسون - كريك». (اليمين من المرجع ٣، ص ٩٠. اليسار من المرجع ٢، ص ٢٦٠، انظر النص من أجل الوقوف على انعكاسات هذا الأمر).

وظهرت البروتينالت في أثناء التطور بعد بدء حياة عالم RNA، التي بدأت قبل ما يقرب من ٤,٢ مليار عام، حيث كان عمر الأرض قرابة ٣٠٠ مليون عام. واستمرت هذه الحياة نحو ٥٠٠ مليون عام، ذلك أن أقدم أحفوري (مستحاث)، يحوي DNA يرجع إلى ما قبل ٣٧٠٠ مليون عام. وتوسطت البروتينات في ظهورها التطوري حياة عالمي RNA وDNA. فهي تشكل بنى أجسام الكائنات الحية، وتنجز وظائف خلاياها ونسجها وأعضائها؛ إنها حصان شغل البيولوجيا. إن جميع مظاهر الحياة (من التفكير، وأنواع الإحساس، ووظائف الحواس، وجميع أنماط الحركة... حتى النوم ونشوء الأحلام) منوطة كلها بالبروتينات. ويتألف جسمنا، كما سبق أن ذكرنا، من مائة ألف مليار خلية، كلها مبنية من البروتينات، وتنجز البروتينات وظائفها كلها. تتوزع هذه الخلايا في ما يقرب من ٨٠٠ نمط نسيجي، تتألف مما يقرب من ١٤٠ ألف نمط خلوي، تبنى كلها، كما تنجز وظائفها كافة بفضل وجود ما يقرب من ٣٠٠ ألف نوع من البروتين. بالإضافة إلى ذلك، ومنذ ظهورها في أثناء التطور، أفادت حياة RNA من وجود البروتينات، فشكلت معها معقدات أساسية للحياة، كالريبوزيمات ribozymes، وإنزيم التيلوميراز telomerase (الذي يغلق بقلنسوة التيلومير telomere - القسيم الانتهائي - نهايات الصبغيات، فلا تفقد هذه كينونتها، انظر المرجع ٢، ص ٢٤٦ - ٢٥٨). إن هذه البنى، وكذلك صبغيات الهدبيات Ciliata، بالإضافة إلى الفيروسات المغايرة، تعد شواهد قبور عالم RNA. كما أن DNA أفاد، بعد نشوئه من RNA، من البروتينات كما أفاد منها RNA، فشكل معها بنى جزيئية معقدة، تنظم وظيفته وتحورها. وليست هذه البنى سوى الصبغيات.

٢ - تعريف المعالجة الجينية

نشأت فكرة المعالجة الجينية gene therapy، كما سبق أن ذكرنا، كنتيجة طبيعية للنجاح الذي شهدته تجارب الهندسة الجينية، أو تقانة DNA المأشوب recombinant DNA technology في أواسط سبعينيات القرن الماضي. وابتُكر تعبير «الهندسة الجينية» genetic engneering (وليس الهندسة الوراثية، تعبير شائع خاطئ)، و«مهندس جينيا» genetically engneered، من هندسة تسلسل الجينات وفق الحاجة، كما يضع المهندس مخطط بناء ما. لقد أثار هذا النجاح المدهش حماس الباحثين من أطباء وبيولوجيين جزيئيين، وقدح مخيلتهم، وتفكروا أنه إذا كان بالإمكان نقل جين من إشريكية قولونية إلى أخرى، فلماذا لا نصلح جينا معيبا، يسبب مرضا وراثيا، استعصى بطبيعته على كل علاج تقريبا؟ ولماذا لا نحور جينيا كائنات حيوانية أو نباتية لمنافع دوائية، أو غذائية، أو غير ذلك.

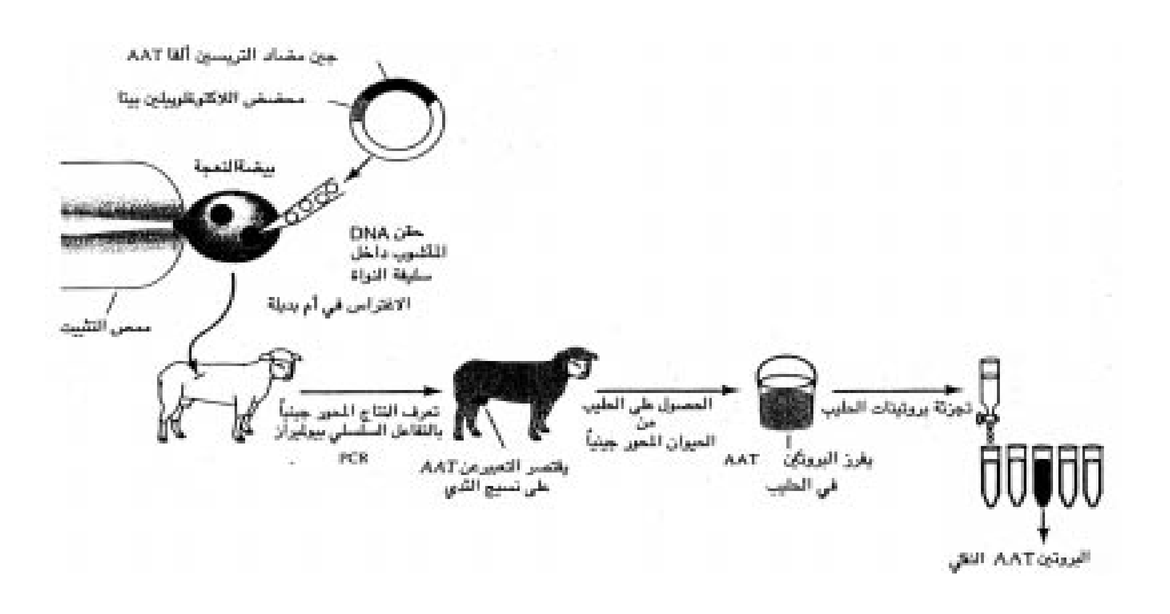
وتتمثل المعالجة الجينية بنقل جين سوي إلى نواة الخلية، كي يأخذ مكان جين معيب، عيبه ذو منشأ وراثي، يعبر عن نفسه بتركيب بروتين شاذ، يسبب المرض. فالجين المعيب لا يكون

مريضا، ولا يحدث بحد ذاته أعراضا مرضية، إنما البروتين الشاذ هو المريض، لأنه يشكل بنية محددة، أو ينجز وظيفة معينة. وعادة لا يغترس الجين السوي (كما تغترس الكلية أو القلب، ومن هنا أتى - كما سبق أن أشرنا - طب الجينات وجراحتها) بمفرده، بل غالبا ما يغترس معه تسلسل، يعرف بالمحضض promoter، يسبق عادة الجين صعدا؛ أي 3 Æ 5، يُسرِّع، كما سنرى، سيرورة الانتساخ. والمحضض تسلسل من DNA، غالبا ما يحوي التسلسل TATA، أو CAT (وهذه هي رموز الأدينين والتيمين والسيتوزين)، ترتبط به عوامل الانتساخ، ويتفاوت بعده صُعدا عن نقطة استهلاك الانتساخ تفاوتا كبيرا. كما يغترس أحيانا مع الجين السوي تسلسل يعرف بالمعزز enhancer، قد يكون قبل الجين السوي، أو بعده، وأحيانا ضمن تسلسلاته التداخلية، كما يمكن أن يقع على صبغي آخر. والمعزز يدعم فعل المحضض من جهة، وينظم الانتساخ في نسج معينة، وفي مراحل محددة من مراحل تنامي الفرد.

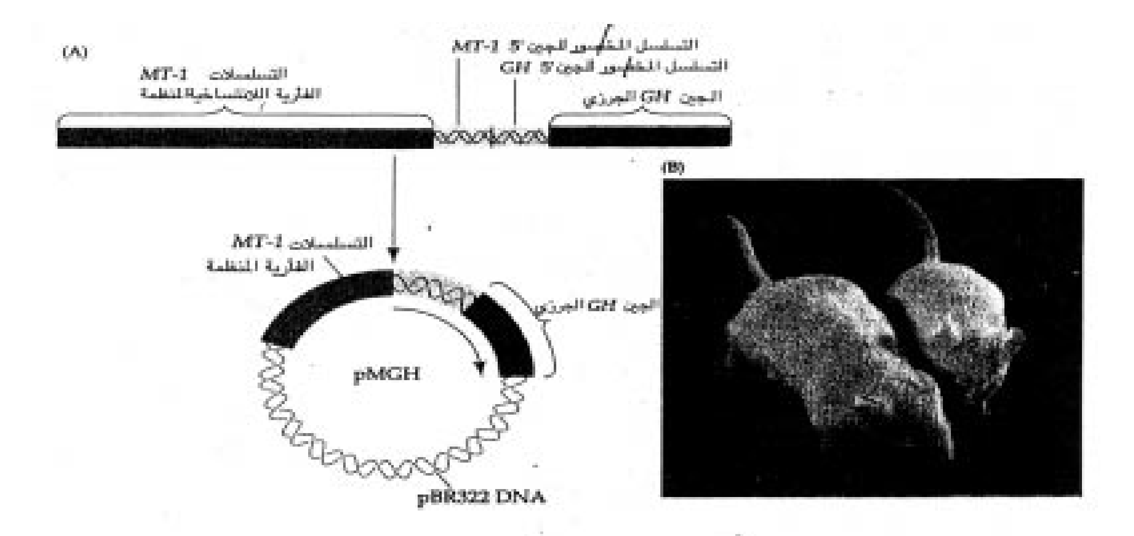
وكما سنرى في الجانب التطبيقي للمعالجة الجينية، فإن الجين لا يدخل عادة في الخلية كتسلسل من DNA عار، بل يكون محمولا على حالم vector، قد يكون بلزميد، أو فيروسا، أو تقع نسخه ضمن حويصل شحمي، يعرف بالليبوزوم (الجُسيم الشحمي) liposome. وبالنظر إلى تسلسلات DNA (بلزميد أو فيروسا)، تغرز نفسها في DNA الخلايا المعالجة، فإن هذه التسلسلات الحاملة الغريبة، تحور جينوم الخلية المضيفة، كما تحور جينات معينة الكائنات المحورة جينيا genetically modified organisms (GMO). فالمعالجة الجينية هي حالة خاصة من التحوير الجيني للكائنات الحية الحيوانية genetically (GMA) modified animals، وللكائنات الحية النباتية genetically modified plants (GMP). إن المعالجة الجينية إذن هي نوع من الانتقال الأفقي للجينات horizental transmission؛ أي خارج النوع، وحتى خارج الشعبة phylum. ذلك أن تسلسلات DNA الحامل (بلزميد كان أو فيروسا) تنغرز ضمن تسلسلات DNA الخلايا المعالجة. إن هذا الانتقال الأفقي للجينات، يخالف انتقالها العمودي vertical transmission، الذي يحدث في الطبيعة.

ولقد رأينا الإشارة إلى الكائنات المحورة جينيا بمعرض التعريف بالمعالجة الجينية، لأن تقنيتي المعالجة الجينية وتحوير الكائنات الحية جينيا، تقومان (من حيث المبدأ) على أساس نظري واحد، هو التأشيب المماثل homologous recombination. مع العلم أن المعالجة الجينية تتناول الخلايا الجسدية، في حين أن إنشاء كائنات حية محورة جينيا يتناول الخلايا الجنسية (البيوض التي أخصبت لتوها بالنطاف). ويتم في إنشاء الكائنات المحورة جينيا حقن بلزميد جرثومي، هُندس جينيا ليحمل الجين المعني(كجين هرمون النمو، أو جين مضاد التربسين ألفا، أو جين الإنترفرون جاما، بروتينات ذات تركيز منخفض جدا في دم الثدييات السوية وذات أهمية علاجية كبيرة)، وليحمل أيضا محضضا قويا، غالبا ما يكون ذا أصل

فيروسي، بالإضافة إلى تسلسل، يفترض أن يعمل كمرشد أو دليل، يرشد (نظريا) البناء الجيني gene construct إلى المقرات المحتملة التي يجب أن ينغرز insert فيها ضمن تسلسلات DNA. وهكذا، فلقد تم في تقانة DNA المأشوب (الهندسة الجينية)، الحصول على أبقار ونعاج، تزيد كتلة اللحم فيها مرتين تقريبا بالنسبة إلى أقرانها الأسوياء، وعلى فئران يصل حجمها إلى ما يقرب من مرتين أيضا على حجم الفئران الأسوياء، بحقن جين هرمون النمو (الشكل ١٤). كما تم الحصول على نعاج، يحتوي حليبها (لبنها) على تراكيز من بروتين مضاد التربسين ألفا، أو من الإنترفرون بحقن جيني هذين البروتينين (الشكل ١٥). وكان يحقن بلزميد - يحوي تسلسل الجين المعني ومحضض فيروسي قوي، وتسلسلا، يخوصر flanks البناء الجيني المحمول على البلزميد - في بيوض أُخصبت للتو، وقبل اندماج سليفة النواة الأنثى female pronucleus بسلفية النواة الذكر male pronucleus. ويعمل التسلسل المخوصر flanking (وقد يكون تسلسلا لجين، يقترن بالجين المعني)، على تعريف هذا الجين بمقرات الاعتزاز المحتملة. فعندما نستعمل جين هرمون النمو الخاص بالجرذ للحصول على أبقار وأغنام ذات نمو مفرط، نكون قد أصبحنا في سيرورة الانتقال الأفقي للجينات المغاير لما يتم في الطبيعة (ما عدا الجراثيم التي تلوثها جينات الفيروسات). وهذه هي حال المعالجة الجينية من حيث المبدأ.



الشكل (١٤): التقانة الحيوية. مُخطط ترسيمي يوضح التقنية المستعملة للحصول على بروتينات علاجية نادرة - في الشكل بروتين مضاد التربسين ألفا - في الحالة السوية، إنما يُحصل عليها من الكائنات الحيوانية المحورة جينيا (هنا النعجة) بتراكيز عالية جدا.
(عن المرجع ٢، ص ٤٠٨. انظر النص والمرجع من أجل التفاصيل).



الشكل (١٥): التقانة الحيوية. (A) مُخطط ترسيمي لتحضير بناء جيني يتألف من جين هرمون النمو GH الجرذي، والتسلسلات المنظمة لجين الميتالوتيونين MT-1، تفرز كلها مع التسلسلين المخوصرين في البلزميد PBR322 للحصول على فأر عملاق (الأيسر فيB). (عن المرجع ٢، ص ٤٠٨. انظر المرجع والنص من أجل التفاصيل).

أما في ما يتعلق بالنباتات المحورة جينيا، فكان الهدف من إنشائها اقتصاديا وغذائيا. ويتم عادة في هذا التحوير، جعل النبات مقاوما للهوام (يرقات الحشرات والديدان التي تتغذى عليه)، بغية زيادة المحصول. ويتم هذا التحوير بنقل جين يركب ذيفانا بروتينيا ساما، يعرف بالذيفان Bt (من اسم الجرثوم العصيوي «باسيليس ثرنجينسيس» Bacillus thuringiensis)، إلى خلايا جنين النبات كلها. إن وجود هذا الذيفان في أعضاء النبات كافة، يحمي هذه الأعضاء من يرقات الحشرات والديدان، لأنه يقتلها، وهكذا، هندست نباتات عديدة (الذرة والكولزا والصويا والقمح والأرز...)، تحمل جين هذا الذيفان، الأمر الذي أدى إلى زيادة المحاصيل زيادة مرمرقة. أما في ما يتعلق بالانعكاسات الأخلاقية والبيئية لاستعمال هذه الكائنات المحورة جينيا، فيمكن الرجوع إلى المرجع ٢، ص ٤٠١ - ٤١٨.

٣ - تاريخ المعالجة الجينية

مع أن تقانة DNA المأشوب؛ أي الهندسة الجينية؛ ابتكرت في مطلع سبعينيات القرن الماضي، فإن أول «تجربة» في المعالجة الجينية، تمت في العام ١٩٩٠. لقد أجرى هذه التجربة العلاجية W.F. أندرسون F. W. Anderson (١٨، ١٩)، وتناولت فتاة في الرابعة من عمرها، هي «أشنتي دوسيلفا» Ashanti Desilva، تعاني مرضا وراثيا وخيما، يعرف بعوز defeciency إنزيم دي أميناز الأدينوزين adenosine deaminase (ADA)؛ أي نازع زمرة الأمين من نكليوتيد الأدينوزين. [إنزيم تصنيفه EC 3.5.4.2. يحفز (ينزع) بالحلمهة - أي الحل بالماء -

زمرة الأمين من الأدينوزين ليشكل إنوزين وأمونيا (NH3). والإنوزين نكليوزيد، أساسي لبناء الحموض النووية]. يؤدي عوز هذا الإنزيم إلى اضطراب في انقسام الخلايا وتمايزها، ولكن يسبب على وجه التخصيص انهيار الجهاز المناعي، بسبب عدم تكون الخلايا المناعية، وبخاصة الليمفاويات التائية والبائية، نتيجة عدم إنتاج هذه الخلايا، وتعدم تمايز ما تشكل منها.

كانت «أشنتي دوسيلفا» تخضع قبل المعالجة الجينية لعلاج دوائي، يتمثل بإعطائها الإنزيم المعوز المعزول من أحد الثدييات - غالبا البقر - حقنا بالدم، ولكن لا يتعرف الجهاز المناعي المتعب أصلا للمريضة الإنزيم الغريب بأنه من اللاذات nonself، فيشكل له أضدادا تعطله، وبغية ألا تهاجم إنزيمات الحلمهة البروتينية، أي البروتيازات Proteases التي توجد في الدم، الإنزيم الغريب وتقوضه، فكان دي أميناز الأدينوزين يقرن - أي يربط كيميائيا - بمركب حامل، وخامل بيولوجيا، هو الغليكول متعدد الإيتيلين بشكله السائل. [إن الغليكول متعدد الإيتيلين، يشكل سلسلة من المركبات، تبدأ بالقوام السائل، إلى اللزج، إلى نصف الصلب، فالصلب، وذلك وفقا لعدد جذور الإيتيلين المرتبطة بالغليكول. ويستعمل شكله الصلب في صنع المحافظ التي توضع في داخلها الأدوية التي هي على شكل مسحوق، كالمضادات الحيوية]. ولقد استمر إعطاء الفتاة الإنزيم قبل حقن جين إنزيم دي أميناز الأدينوزين وبعده، ولفترة طويلة. ويبلغ عمر «أشنتي» الآن قرابة عشرين عاما، وتتمتع ظاهريا بصحة جيدة. إن أسباب شفاء الآنسة «دوسيلفا» غير واضحة تماما، أهي الإنزيم نفسه ذو المنشأ الخارجي، أم إنزيم الجين العلاجي، أم كلاهما؟ ولكن يمكن الاستنتاج من تجارب المعالجة الجينية اللاحقة، التي أجريت وكان مصيرها كلها الإخفاق، إن الإنزيم ذا المصدر الخارجي أدى دورا حاسما في بُقيا (البقاء على قيد الحياة) «أشنتي»، التي استهلت بإكليل من غار، بحق أوبغير حق، تاريخ المعالجة الجينية.

لقد دفع هذا النجاح الظاهري لهذه التجربة العلاجية، مع ما رافق ذلك من ضجيج إعلامي، الكثير من الباحثين كي يتبعوا النهج نفسه، وحدثت وفيات بقدر ما أجري من محاولات، لكنها بقيت كلها، خلافا لما تقتضيه الأمانة العلمية، طي الكتمان. وهذا جانب من جوانب العلم السيئ المعاصر.

أما التجربة العلاجية الثانية، التي حظيت بنصيب أوفر من التوثيق، وذاع صيتها أكثر من سابقتها بسبب الأخبار المحزنة التي حملتها، فتمت في شهر سبتمبر من العام ١٩٩٩ في معهد المعالجة الجينية التابع لكلية طب جامعة بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية. أجريت التجربة العلاجية على شاب زنجي هو «جس جلزينجر» Jesse Gelsinger (٢٠ - ٢٢)، ويبلغ من العمر ١٨ عاما. لقد حقن هذا الشاب الجين العلاجي محمولا على فيروس غدي ade-noviruse (غير مؤذ عادة للجسم)، إنما بعد تعطيل جينات تكاثره. لقد تم تسريب infusion

الفيروس الحامل في الدم مباشرة. ولكي تكون المعالجة ناجعة، يُفترض أن يتم تسريب ما بين عشرة آلاف وعشرة آلاف مليار جُسيم فيروسي. لقد أدى، على ما يبدو، تسريب تركيز عال من الفيروس إلى حدوث صدمة مناعية، تسببت في وفاة «جلزينجر». لقد تسرب في هذه المرة النبأ إلى الإعلام، فأغلق المعهد، حيث أجريت التجربة العلاجية، وأوقفت معاهد الصحة الوطنية National institutes of Health (NTH) جميع تجارب المعالجة الجينية التي تمولها هذه المعاهد، وأصدرت توجيهات صارمة بهذا الخصوص، مع العلم بأن هذه المعاهد كانت قد أصدرت منذ عام ١٩٩٠ تعليمات للباحثين والمؤسسات البحثية (معاهد وجامعات ومستشفيات)، التي تفيد من منحها، تطلب منهم إعلامها أولا بأول بأي إشكالات غير مواتية يصادفونها عند تطبيق المعالجة الجينية، ولكن لم يأخذ الجميع بهذا الطلب.

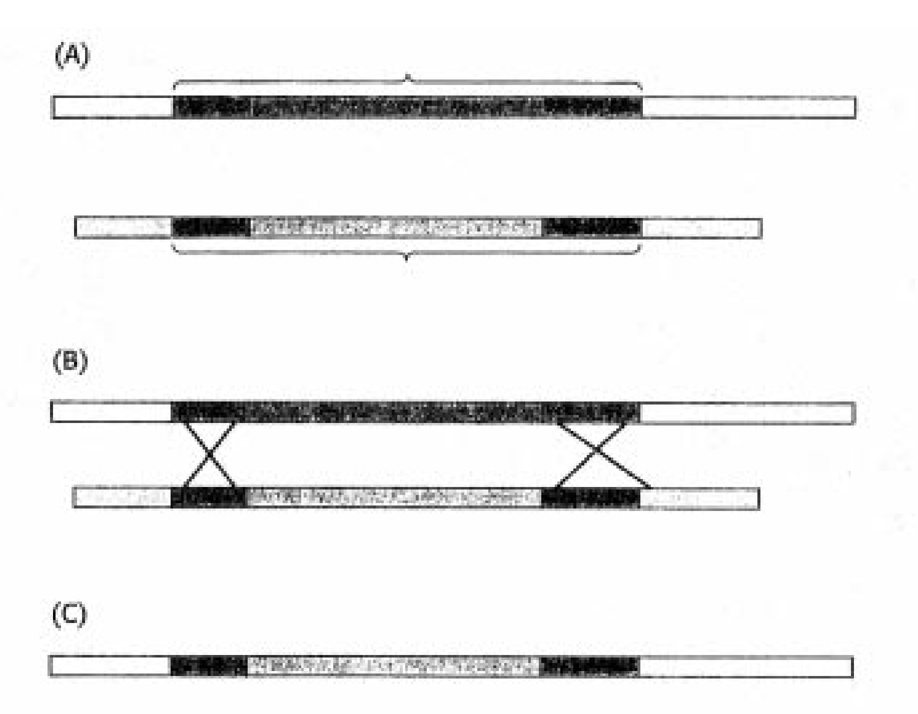
أما التجربة الثالثة، فكانت أكثر عمقا ودقة، وأجريت على ثلاثة أطفال مصابين بمرض مميت ذي منشأ وراثي، هو متلازمة عوز المناعة المتضام الوخيم sever combined (SCID) immunodeficiency syndrom. وبغية التوصل إلى فهم أعمق لما سيجري، فلقد تم، قبل البدء بإجراء التجربة، تحديد عدد المواضع loci المحتملة لإنغراز الجين العلاجي في سلاسل DNA. وحُمِّل الجين العلاجي على فيروس مغاير retrovirus، كفيروس عوز المناعة البشري من النمط 1 human immunodeficieney virus 1 (HIV-1)، العامل المسبب لمتلازمة عوز المناعة المكتسب acquired immunodeficieney syndrom (AIDS)، إنما بعد إبطال فاعلية جيناته الخاصة بتكاثره. وأجريت التجربة في أحد مستشفيات باريس، ونشرت في عام ٢٠٠٠[٢٣]. ولسوء الحظ، فإن الأطفال أصيبوا كلهم بنمط خاص من أنماط إبيضاض الدم، وقضوا جميعا نحبهم في غضون ثلاثة أعوام[٢٤،٢٧]. ووفقا للمعلومات المتوافرة لدينا، فإنه لم تجر أي تجربة علاجية جينية جديدة، مع العلم أن كثرة من الباحثين لا تزال تأمل بإجراء تجارب ناجحة[٢٨،٢٩]، وهم منكبون على إجراء الأبحاث حول هذا الموضوع، وقد تُستأنف هذه التجارب قريبا[٢٤].

٤ - الأساس النظري للمعالجة الجينية

كما سبق أن ذكرنا، فإن الهدف من إجراء المعاجلة الجينية، يتمثل بتصليح خطأ موروث في تسلسل نكليوتيدات جين من الجينات، فيؤدي هذا الخطأ إلى إنشاء بروتين شاذ، يسبب ظهور أعراض المرض. وبالنظر إلى أن كل واحد منا يملك على الأقل نسختين من كل جين من الجينات - نسخة من الأم ونسخة من الأب - فإن العيب يجب أن يتناول النسختين معا كي يحدث المرض. أما إذا كانت هنالك نسخة واحدة سوية والأخرى معيبة، فإن النسخة السوية تنشئ من البروتين السوي ما يكفي حاجة الجسم، فلا تظهر أعراض المرض.

فالمرء في الحالة الأولى (أي المريض) يكون متماثل الزيجوت homozygous (أي ورث نسخة معيبة من كل من والديه). أما في الحالة الثانية، فيكون متغاير الزيجوت hetero-zygous (أي ورث نسخة سوية من أحد الوالدين، وأخرى معيبة من الوالد الآخر). ويصبح الجين معيبا إذا ما طرأ تغير ما على تسلسل نكليوتيداته، وبخاصة ما يرمِّز (يكوِّد) منها الحموض الأمينية، وحدات بناء البروتين. فنقول عندئذ إن الجين أصيب بطفرة mutation (تبدل مفاجئ وحاسم)، والجين طافرا mutate. وغالبا ما تصيب الطفرة نكليوتيد واحدا في الإكسون، أو في ثلاثية ما، يرمِّز(يكوِّد) حمضا أمينيا معينا، وتعرف الطفرة عندئذ بالطفرة النقطية point mutation، كما هي الحال في داء فقر الدم المنجلي sickel cell enemia، الذي يصيب رامزة (كود) الحمض الأميني السادس في السلسلة بيتا للجلوبين في جزيء الهيموجلوبين. وقد ينشأ الخلل في تسلسل النكليبوتيدات نتيجة إزفاء translocation؛ أي انتقال قطعة بكاملها من صبغي إلى آخر، كما يحدث في ورم بيركت Burkett، الذي يصيب الليمفاويات البائية للجهاز المناعي (انظر المرجع ٢، ص ٣٤٢، الشكل ٣٨،٨). كما يمكن لتسلسل نكليوتيدات الجين أن يختل بسبب فقدان تسلسل طويل، أو قطعة بكاملها من الصبغي، وهذا ما يعرف بالخبْن dele-tion. ويحدث المرض أيضا إذا ما تكررت رامزة (كود) ما لحمض أميني معين أكثر مما يجب، وهذه هي حال رامزة (كود) الحمض الأميني الجلوتامين في داء هنتنجتون Hunt-ington، التي تتكرر أكثر من أربعين مرة عوضا عن ٣٠ مرة تقريبا. وكما هو معروف، فإن نسخة إضافية من الصبغي رقم ٢١ (وهو أصغر صبغيات الإنسان، وليس الصبغي ٢٢ الذي هو أطول قليلا من الصبغي ٢١، وصنف خطأ كذلك بسبب عدم وضوح رؤيته تحت المجهر عندما صنفت الصبغيات وفقا لأطوالها)، تحدث ما يعرف بتثلث trisomy الصبغي ٢١، وتسبب متلازمة «داون» Down، أو المغولية mongolism.

وتصلح الخلية الخلل في تسلسل النكليوتيدات، وبخاصة الطفرة النقطية، في أثناء انقسامها بطرائق مختلفة، تستعمل فيها إنزيمات تصليح (DNA repairing enzymes) DNA. إن أهم هذه الطرائق هي التأشيب المماثل homologous recombination. ويتم في هذه السيرورة تبادل قطع بين شريطتي DNA (strands). ويشترط من أجل أن يتم هذا التبادل، أن تتشارك الشريطتان عددا كافيا من النكليوتيدات في طرفي منطقة التبادل (الشكل ١٦)، تماما كما يحدث في التعابر الصبغي crossing-over في أثناء مرحلة الخيوط الثخينة pachytene من الانقسام الانتصافي meiosis للأعراس، حيث تتبادل الصبغيات في نقاط التصالب chiasma قطعا متساوية.



الشكل (١٦): مُخطط ترسيمي يوضح التعطيل الجيني بواسطة التأشيب المماثل. (A) نسخة من الجين الذي سيعطل، تُبنى على نحو يبقى على منطقتي تماثل مع الجين السوي. ندما يدخل البناء الجيني الطافر الغريب إلى خلية جذعية جينية، يحدث التأشيب المماثل (تبادل القطع) في منطقتي التماثل (التصالب) (B). وهكذا، فإن الجين السوي (المستهدف) يستبدل، ويحل مكانه الجين الطافر (أي أن الجين السوي يعطل من قبل الجين الأخير) (C). تُعزز الخلية المحورة جينيا في الجنين، فنحصل على فأر مثلا يفتقر إلى الجين الذي تم تعطيله. (عن المرجع ٣، ص ١٦٣). وتحدث السيرورة المعاكسة تماما في المعالجة الجينية، إذ يحل الجين السوي محل الجين الطافر (المعيب) (انظر النص). إن سبب إخفاق المعالجة الجينية يرجع، ولو جزئيا، إلى التناقض بين طول منطقتي التماثل (التبادل أو التصالب)، وعدد الاحتمالات الممكنة للتأشيب (التبادل): فكلما قل عدد نكليوتيدات منطقة التماثل، سهل التبادل، ولكن ازداد عدد مناطق التماثل (التبادل) غير المرغوب بها، والعكس بالعكس؛ أي كلما زاد عدد نكليوتيدات منطقة التماثل، قل عدد المناطق المحتملة للتبادل، ولكن صعب (او حتى استحال) هذا التبادل. ونذكر، كأمثلة على ذلك، إذا كان عدد نكليوتيدات منطقة التماثل هو ثمانية (الحد الأدنى تقريبا)، فإن هذه المنطقة ستصادف مرة واحدة كل ٥٣٦ G5 نكليوتيد؛ أي 84 (٤ هو عدد أنواع النكليوتيدات). بمعنى أنها ستتكرر في جينوم الإنسان (3 x 910 نكليوتيد) ٧٧٦ ٤٥ مرة. ويمكن للتبادل (التأشيب المماثل) أن يتم في أي منطقة من هذه المناطق. وإذا كان عدد نكليوتيدات المنطقة هو ١٠، فإن عدد مناطق التبادل المحتملة يصبح ٢٨٦١. وإذا كان ١٢ نكليوتيد، فإن عدد مناطق التبادل المحتملة سيكون ١٧٨. وإذا كان ١٤، فسيكون عدد مناطق التبادل المحتملة ١١. فكلما زاد عدد نكليوتيدات منطقة التماثل، صعب (أو حتى استحال) التبادل. وهذا هو الإشكال في المعالجة الجينية.

ولا يحدث التأشيب المماثل في أثناء الانقسام الانتصافي عند نضج الأعراس فحسب، بل يحدث أيضا في أثناء الانقسامات الخلوية العادية، أو الانقسامات الفتيلية mitosis. وبدهي أن يسهم التأشيب المماثل في تبادل المعلومات الوراثية بين شريطتي DNA المتصالبتين بين نقطتي التماثل (تماما كما يحدث في التعابر الصبغي بين الصبغين المماثلين؛ أي صبغي الأم ومماثله من الأب). وبدهي أيضا أن يؤدي التأشيب المماثل إلى إحداث التنوع من جهة، وإلى تصليح الخطأ (الطفرة) في إحدى شريطي DNA، وأحيانا في كلتيهما، من جهة أخرى.

ومن بين أولى التقنيات التي استعمل فيها التأشيب المماثل، كانت تقنية تعطيل knock out جين من الجينات بتمزيق disruption أحد إكسوناتها بغرز تسلسل نكليوتيدي في وسط الإكسون. فإذا حدث ذلك، فإن البروتين المرمز في الجين سيكون غائبا، فيتم عندئذ استنتاج وظيفة الجين المعطل. ثم استعمل التأشيب المماثل في إنشاء الكائنات المحورة جينيا (GMO) لأغراض سبق ذكرها. وكما سبق أن أشرنا، يعد التأشيب المماثل أساس المعالجة الجينية، التي تهدف إلى إصلاح الأخطاء الجينية. وبغية تبسيط مبدأ التأشيب، المماثل - أساس المعالجة الجينية - فإننا سنعرض إلى سيرورة هذا التأشيب في تقنية تعطيل جين من الجينات كجين المكروجلوبين بيتا -٢، الذي يرمز بروتين المكروجلوبلين بيتا -٢. ويشكل هذا البروتين جزءا من جزيء معقد التوافق النسيجي الكبير major histocompatibility complex (MHC) من الصف الأول I. ويسمى هذا المقعد في الإنسان مستضد الكريات البيض البشرية human leukocytes antigen. ويتم عادة في تعطيل جين من الجينات اعتراض تسلسلها بجين مقاومة أحد المضادات الحيوية (مقاومة النيوميسين neo r - neomycine resistant - مثلا). كما يربط بتسلسل قريب من الجين جين كيناز التيميدين thymidine kinase (tk)، المستخلص من فيروس الحلأ البسيط Herpes simplex (الشكل ١٧).



الشكل (١٧): مُخطط ترسيمي لسيرورة التأشيب المماثل. استعملت هذه السيرورة هنا لتعطيل الجين مكروجلوبلين بيتا - ٢. وتستعمل السيرورة نفسها في المعالجة الجينية، وفي التحوير الجيني للكائنات الحية - كما في الشكلين ١٤ و١٥، أي الثقافة الحيوية - وفي اللقاحات الجينية (عن المرجع ٢، ص ٣٦٧، انظر النص والمرجع من أجل التفاصيل).

ننشئ، كخطوة أولى، بناء جينيا، يتألف من جين المكروجلوبلين بيتا -٢، ومن جين كيناز التيميدين لفيروس الحلأ البسيط (القسم العلوي من الشكل). ندخل عندئذ في هذا البناء، وفي وسط جين المكروجلوبلين بيتا -٢ (الجين المستهدف)، جين مقاومة المضاد الحيوي النيوميسين (neo r) (القسم الثاني من الشكل باتجاه الأسفل). نضع نسخا من هذا البناء الجيني (جين المكروجلوبلين بيتا -٢، يتوسطه جين neo r، وجين كيناز التيميدين) في وسط الخلايا المزروعة، حيث يحوي الوسط أيضا مضادا حيويا مضاهيا للنيوميسين، هو G ٤١٨. كما يحوي الوسط مضادا للفيروسات، هو جانسيكلوفير gancyclovir. تأخذ الخلايا عندئذ نسخا من البناء الجيني بسيرورة الالتقام الخلوي endocytosis. نصادف آنئذ ثلاث حالات:

أولا: يخفق البناء الجيني في أن يتكامل مع DNA الخلايا؛ أي لا ينغرز ضمن أي تسلسل من تسلسلات جينوم الخلايا. فتموت هذه الخلايا، حيث يقتلها المضاد الحيوي مضاهي النيوميسين G ٤١٨، لأنها لا تحوي الجين neo r (الجزء الأيسر من القسم السفلي للشكل ١٧).

ثانيا: يتكامل البناء الجيني عشوائيا مع DNA الخلايا؛ أي ينغرز ضمن تسلسلات لا تماثله. يتم في هيه الحالة - بسبب الانغراز - التعبير الجيني عن كل من جين مقاومة مضاهي النيوميسين G ٤١٨، وأيضا عن جين كيناز التيميدين (tk). يحلمه hydrolyzes الإنزيم tk عندئذ العقار جانسيكلوفير، فيتشكل، نتيجة الحلمهة، مركب سام، يقتل الخلايا التي كاملت البناء الجيني تصادفيا، مع أنها نجت من فعل G ٤١٨ لأنها عبرت عن مقاومة النيوميسين (neo r) (الجزء الأوسط من القسم السفلي للشكل ١٧).

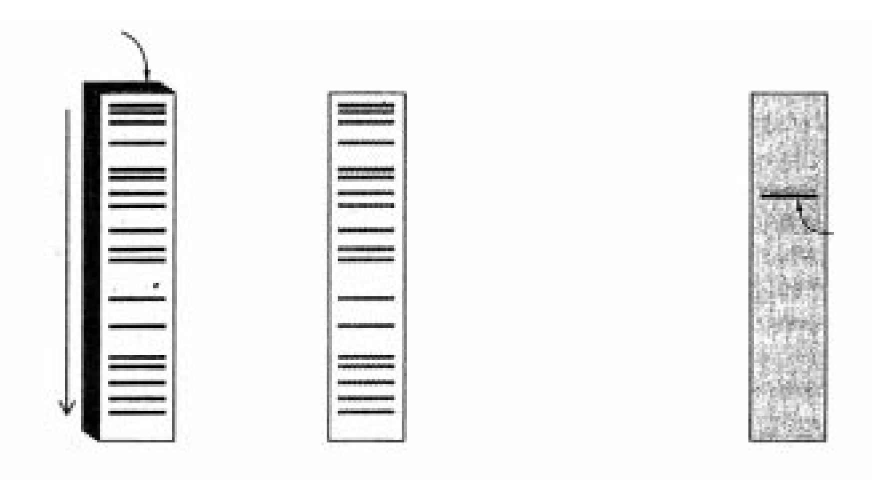
ثالثا: يتكامل البناء الجيني تكاملا صحيحا مع DNA الخلايا بالتأشيب المماثل؛ أي أن البناء الجيني ينغرز مكان جين المكروجلوبلين بيتا -٢، وفي أي موقع له تسلسل مماثل. إن هذا التكامل وهذا الانغراز، يشمل جين المكروجلوبلين بيتا -٢، والجين neo r، ويسقط جين كيناز التيميدين لعدم وجود تسلسل في الموقع الصحيح من DNA مماثل لتسلسله من جهة، ولبعده من جهة أخرى عن الجين المستهدف، وربما لضخامة حجم تسلسل الجين نفسه، وحجم تسلسل وصلة الربط، تصبح الخلايا في مثل هذه الحالة عيوشة، قادرة على الانقسام، ذلك أنها مقاومة للعقار G ٤١٨، ولا تشتمل على كيناز التيميدين، فتنجو من سمية كلا العقارين: العقار G ٤١٨ والجانسيكلوفير (الجزء الأيمن من القسم السفلي للشكل ١٧). وبدهي أن هذه الخلايا لا تركب المكروجلوبلين بيتا -٢، لأن جينه قد عُطلت.

أمَّا في المعالجة الجينية، وكما كنا ذكرنا سابقا، فغالبا ما يحمل الجين العلاجي على فيروس، عُطلت جينات فاعليته التكاثرية، أو على بلزميد إحدى بدائيات النوى، أو محتوى ضمن ليبوزوم، وأحيانا يُعطى البناء الجيني على شكل DNA عار. وتأخذ الخلايا المعالجة البناء الجيني إما بالالتقام الخلوي، وإما بالنفوذ المباشر داخل الخلية بواسطة المسدس الجيني

gene gun. وسنعرض لهذه الجوانب التطبيقية في الفقرة التالية. ولكن يمكن القول إن السبب الأساسي في إخفاق المعالجات الجينية، التي أجريت حتى الآن، إنما يرجع إلى عدم التكامل (الانغراز) الصحيح للجين العلاجي في موقعه الملائم بسيرورة التأشيب المماثل.

٥ - التطبيق العملي للمعالجة الجينية

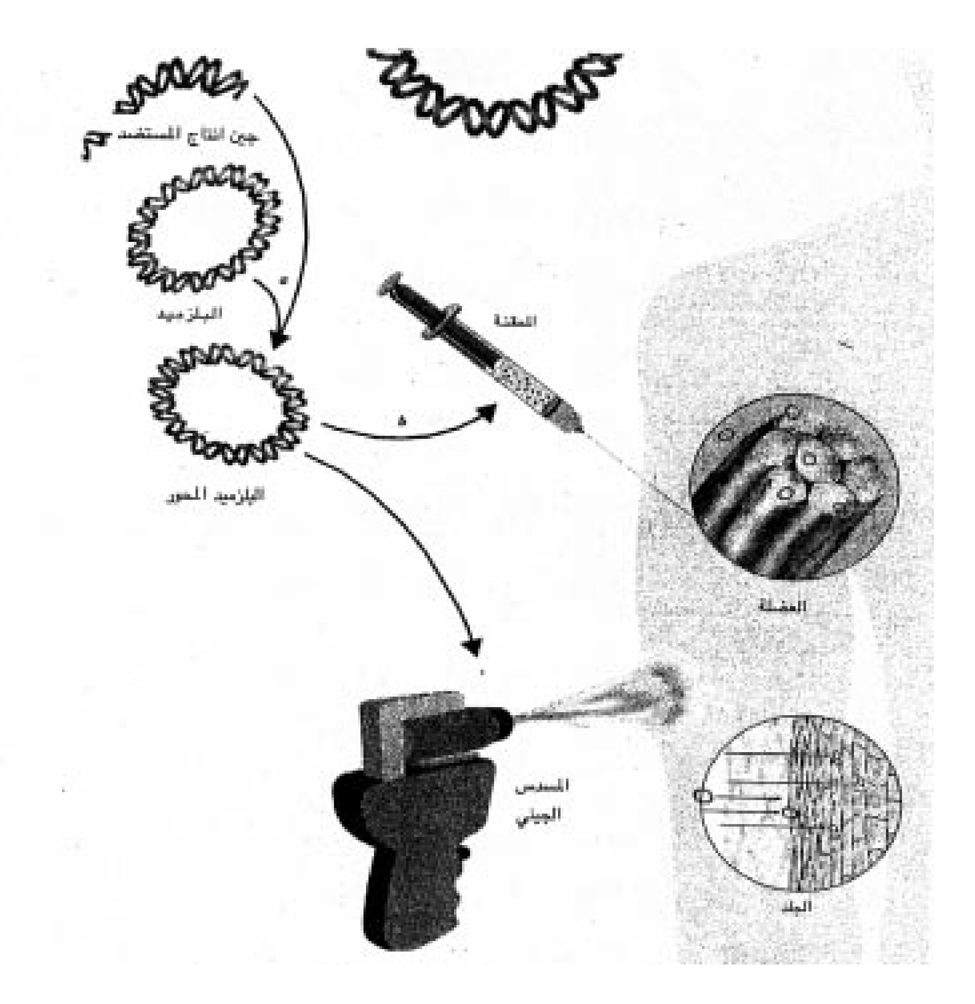
يتم في المعالجة الجينية استفراد نسخ الجين العلاجي بتقنية ذات مراحل متعددة. يكسر (يحلمه) أولا حلزون DNA المزدوج بأحد إنزيمات التقييد. الذي غالبا ما يتألف مقر تقييده (تعرفه) من ستة نكليوتيدات. يتم تعرف الجين العلاجي بتبصيم ساوزرن southern blotting، حيث تعزل كسر DNA بالرحلان الكهربائي electrophoresis. تُبَصَّمُ الكسر من هلامة الرحلان الكهربائي إلى صفيحة من النتروسلولوز، ثم تضاف مسابير probs من DNA تتامي موسوم بالفوسفور -32 (32P) المشع. تطبق عندئذ تقنية التصوير الإشعاعي الذاتي autoradiogra-phy، فيظهر الجين المعني على شكل عصابة عاتمة نتيجة تتامية شريطتي DNA (الشكل ١٨). كما يمكن تثبيت أنواع من الرسل (mRNA) على صفيحة النتروسلولوز، وإضافة



الشكل (١٨): مُخطط ترسيمي بتقنية تبصيم ساوزرن حيث يتم تعرف جين معين. (عن المرجع ٣، ص ١٤٦. انظر المرجع من أجل التفاصيل).

كسر من DNA موسومة بالفوسفور -٣٢، فترتبط بالتتامية أيضا كسرة الجين برسليها الذي انتسخ عنها. وهذا هو تبصيم نورثرن northern blotting. يضخم الجين المستفرد ملايين المرات بتقنية التفاعل السلسلي للبوليميراز polymerase (PCR) chain reaction (انظر المرجع ٢، ص. ٢٦٨ - ٣٧٣، والشكلين ٩ و١٠ - ب، و٩ و١١). يُسلسل الجين للتأكد من حقيقة أمره. وكما كنا قد أشرنا منذ قليل، يحمل الجين العلاجي على فيروس غدي أو مغاير، أو على

بلزميد، أو ليبوزوم، أو يُعطى عار. وتتم المعالجة إما بحقنه في الدم مباشرة (يتعين حقن ما بين ١ × ١٠ ٤ و١ × ١٠ ١٢ نسخة من الجين). أو يُعطى للخلايا بعد استفرادها، فتأخذ إما بالالتقام الخلوي، أو بالنفوذ عبر الغشاء البلزمي بتقنية إحداث المسام كهربائيا، أو بقذفه محمولا على كرات صغيرة من الذهب (يطلي سطحها) بواسطة تيار ذي ضغط عال من الهليوم، بما يعرف بالمسدس الجيني، أو بالحقن في الجسم (الشكل ١٩، انظر أيضا المرجع ٢، ص ٣٨٢ - ٣٨٥).



الشكل (١٩): مُخطط ترسيمي لتقنية المعالجة الجينية. إن اللقاح الجيني هو نمط خاص من العلاج الجيني. يتم هنا غرز الجين بالبلزميد، ثم يحقن البناء الجيني إما مباشرة في النسيج (العضلي هنا)، وإما يقذف داخل الخلايا (الجلد في هذه الحالة) بواسطة المسدس الجيني. (الشكل عن المرجع ٢، ص ٣٨٨، انظر النص والمرجع من أجل التفاصيل).

كنا قد أشرنا إلى المعالجة الجينية لأطفال ثلاثة مصابين بمتلازمة عوز المناعة المتضام الوخيم (SCID)، التي تمت في أحد مستشفيات باريس، وقضى الأطفال في خلال ثلاث سنوات نحبهم، بظهور مضاعفات ذات أعراض، تشبه أعراض إبيضاض الدم [٢٣ و ٢٩]

(سرطان الكريات البيض leukemia). لقد اعتقد القائمون على التجربة، بعد إجراء عملية السلسلة، أن هنالك ١٥ موضعا loci (مفردها locus)، ينغرز فيها الجين العلاجي بسيرورة التأشيب المماثل. لكن تبين أن الجين السوي، يستطيع أن ينغرز في عدد من المواضع أكثر مما هو متوقع. كما اتضح أن الفيروس المغاير، الذي استعمل كناقل للجين العلاجي، ينغرز هو الآخر عشوائيا في جينوم هؤلاء الأطفال، الذي لم يتجاوز عمر الواحد منهم أربع سنوات. ولم يكن يتوقع الباحثون ذلك، مع العلم بأن ذلك حتمي تقريبا بسبب وجود تسلسلات كثيرة في جينوم الإنسان، تتمم كليا أو جزئيا تسلسلات RNA الفيروسي. أضف إلى ذلك أن البعض يقدر أن نسبة تقرب من ٧ في المائة من جينوم الإنسان هي تسلسلات لها ما يماثلها في الفيروسات المغايرة. ولوحظ أيضا أن الفيروس المسبب لإبيضاض الدم الفأري (من النمط الذي استعمل في معالجة أحد هؤلاء الأطفال)، ينغرز هو الآخر في جين ما نسبته ٣٤ في المائة، في حين أن النسبة المتوقعة كانت ٢٢ في المائة فقط. ولاحظ الباحثون الذين أجروا هذه التجارب، أن الجين العلاجي غالبا ما ينغرز في بداية الجين المعيب، حيث يوجد المحضض prometer، الذي ترتبط به عوامل الانتساخ transcription factors، التي تفسفر بوليميراز RNA (تربط زمرة الفوسفات PO 4 3- - بالحموض الأمينية التي تحوي زمرة الهدروكسيل - OH، كالسيرين مثلا، لإنزيم بوليميراز RNA)، فتقلل من أنتروبية entropy التفاعل، وتزيد من طاقته الحرة free energy، أي تخفض طاقة تنشيط التفاعل energy of activation، فيسارع الإنزيم إلى انتساخ الجين على شكل mRNA. فالمحضض ينظم إذن سيرورة انتساخ الجين السوي. كما يعتقد أن الجين العلاجي، أو حتى التسلسل الفيروسي، قد ينغرز في تسلسل، يكبت جينا ورميا بدئيا protooncogene، كالجين p٥٣ فيمزق هذا الجين (أي يعطله)، فينشط الجين الورمي. أو أن الجين السوي، أو تسلسلات الفيروس، أو كليهما، ينغرز في نقطة من المحضض، فيسبب عندئذ فرط تنسخ، يؤدي في النهاية إلى حدوث التسرطن، ذلك أن بعض الأطفال، أصيب بسرطان شبه إبيضاض الدم، الأمر الذي استدعى إيقاف التجارب العلاجية، ولكن مؤقتا في ما يبدو، حتى أنها استؤنفت في بعض البلدان[٢٤]. وتجدر الإشارة إلى أن تعطيل الجين p٥٣ (الذي يعرف بحارس الجينوم، لأنه يسهر على سلامته)، يزيل الكبت عن جينات ورمية بدئية عديدة، ويسمح للخلايا غير السوية (في ما يتعلق بالضرر الذي يصيب DNA الخاص بها) في أن تستمر في الدورة الخلوية الانقسامية قبل إصلاح أذية DNA، الأمر الذي يسبب التسرطن [٣٠ و٣٢]. هذا، ونود أن نلفت انتباه القارئ، الذي يرغب في معرفة المزيد من المعلومات حول الجوانب التطبيقية المختلفة للمعالجة الجينية، الاستئناس بمقالات المراجعة في قائمة المراجع، التي تحمل الأرقام ٣٣ و٣٤ و٣٥.

٦ - الأسباب المحتملة لإخفاق المعالجة الجينية

عندما تفكر الباحثون في الأساس النظري للمعالجة الجينية، وبخاصة إمكان نجاح التأشيب المماثل كما يتم تمثيله على السبورة، بدت المعالجة الجينية كأنها الحل السحري لعدد من الأمراض الوراثية المستعصية، كمتلازمة عوز المناعة المتضام الوخيم (SCID)، والتليف الكيسي cystic fibrosis، وحثل «دوشن» العضلي Duchenne muscular dystroppy، والتهاب المفصل ar-thritis، وداء هنتنجتون، وحتى بعض أنواع السرطان. ولكن كما اتضح من معالجة الأطفال الثلاثة المصابين بمتلازمة SCID، فإن التأشيب المماثل في الواقع لم يكن كما تم تصوره في أكثر الاحتمالات بعدا عن الواقع. فعوضا عن خمسة عشر موضعا محتملا للانغراز، كان هنالك أكثر من ذلك. ويمكننا، بإجراء عملية حسابية بسيطة، أن نحدد عدد المواضع (التي توجد في جينوم الإنسان)، التي يمكن لتسلسل طوله أربعة عشر نكليوتيد (كحد أعظمي)، أن يجد تسلسلا يتتام معه كي يحدث التأشيب المماثل. إن هذا التسلسل، أو التسلسل المتمم له، يتكرر مرة واحدة كل 4 14؛ أي كل ٥٦ ٤٥ ٤٣٥ ٢٦٨ نكليوتيد، وذلك في أحد طرفي التأشيب المماثل (التصالب) (يُرجع إلى الشكل ١٦). إن هذا التسلسل يُصادف في الجينوم البشري (وحجمه ثلاثة مليارات - ٣ × ١٠ ٩- نكليوتيد تقريبا) ما يقرب من ١١ مرة تقريبا. إن احتمال وجود هذين التسلسلين في طرفي تسلسل التأشيب المماثل؛ أي التسلسل الذي سيتم تبادله، هو إذن ٥,٥ مرة تقريبا. أما إذا كان عدد نكليوتيدات نقطة التصالب هو عشرة (إن الحد الأدنى كي يحدث الارتباط في نقطة التصالب هو ٨ نكليوتيدات تقريبا)، فإن نقطة التصالب ستتكرر مرة كل ٤ ١٠ نكليوتيد؛ أي كل ٦ ٧٥٨ ١٠٤ نكليوتيد. إن هذا التسلسل يصادف في الجينوم البشري ٢ ٨٦٠ مرة تقريبا؛ أي أن عدد نقاط التصالب التبادلية المحتملة سيزيد على ١٤٠٠ نقطة. ولا بد من التأكيد هنا أن المعالجة الجينية، تختلف اختلافا جوهريا عن تعطيل جين من الجينات - كما سبق أن أشرنا إلى هذه التقنية - من حيث أن نقطتي التصالب في التعطيل الجيني لا تتكرران أكثر من مرة واحدة، بسبب كثرة عدد نكليوتيدات نقطة التصالب في الطرف الواحد، الذي يزيد قطعا على ١٥ نكليوتيد؛ أي يتكرر مرة واحدة كل ٤ ١٥، أو ٣ مرات فقط في كامل الجينوم البشري. فليس أمام جين التعطيل (التمزيق)، كجين neo r التي سبق ذكرها، إلا ثلاثة احتمالات (مواضع) فقط. لذا، فإن التعطيل الجيني قد ينجح إحصائيا، أمَّا المعالجة الجينية فستخفق بحكم طبيعتها لكثرة نقاط الانغراز. إن التساؤل لماذا لا نحذو في المعالجة الجينية حذو التعطيل الجيني، يشبه تماما التساؤل لماذا لا نعتبر الإنسان حيوان تجربة، فنجري مئات التجارب على عدد مماثل من البشر، كي تنجح ظاهريا - تماما كالاستنساخ - تجربة واحدة.

أما السبب الثاني للإخفاق، فيتمثل في ضرورة إدخال الجين العلاجي محمولا على أحد الفيروسات (كفيروس HIV، أو الفيروس الغدي، أو فيروس ابيضاض الدم الفأري...)، وذلك بعد تعطيل الجينات المسؤولة عن تكاثره. ذلك أن إدخال الجين محمولا على بلزميد من البلزميدات، أو متضمنا داخل الليبوزوم (الجسيم الشحمي)، أو عاريا (بالحقن المباشر أو بواسطة المسدس الجيني)، لم تسفر تجريبيا، أي في الطرز الحيوانية؛ عن نتائج يعتد بها. فإذا كان لا بد من إعطاء الجين العلاجي محمولا على فيروس ما، فإن تسلسلات RNA للفيروس المغاير، أو تسلسلات DNA للفيروسات الأخرى، ستجد طريقها للانغراز في DNA الخلية المعالجة. إن هذا الانغراز - شأنه شأن انغراز الجين العلاجي في غير موضعه الصحيح - سيؤدي إلى تحقق واحد من الاحتمالات التالية، أو تحققها كلها، وأخرى لا نعرف عنها شيئا.

١ - أن ينغرز تسلسل الجين العلاجي، أو أحد تسلسلات الفيروس الحامل، ضمن أحد إكسونات جين كابت لجين ورمي بدئي، فيفلت هذا الجين من الكبت، وتتشكل الخباثة.

٢ - أن يتم الغرز قبل المحضض، فيخل بعملية الانتساخ تنشيطا أو تثبيطا، ويحدث التسرطن في حالة التنشيط، واضطرابات لا نعرف عنها الكثير في حال التثبيط بسبب التآزرات والتآثرات بين الجينات؛ أي اعتماد أو ارتباط عمل بعضها مع بعضها الآخر.

٣ - أن يعطل التسلسل المغروز أحد الجينات الذي ينظم الدورة الخلوية، ويتحكم بها. ويأتي في مقدمة هذه الجينات - كما سبق أن ذكرنا - الجين p٥٣، فتحدث الخباثة في أغلب الأحيان.

٤ - أن ينغرز التسلسل ضمن جين من جينات RNA الصغري؛ أي microRNA، أو ضمن RNA الاعتراضي القصير short interferring RNA (siRNA)، أو ضمن أحد التسلسلات الترانسبوزونية المنظمة تنشيطا أو تثبيطا لفعل جينات أخرى، أو ضمن أحد الإنترونات، التي تتحكم بنظامية بنية mRNA، أو وظيفته، أو أن ينغرز ضمن تسلسل لا نعرف شيئا عن أهميته البنيوية أو الوظيفية لبقاء الخلية سوية. وخلاصة القول إن المعالجة الجينية لا تعدو كونها، من الناحية العلمية، نوعا من التجربة والخطأ trial and error، أو «جرب فتعرف». إن الإنسان - خليفة الله في الأرض - يستحق، في رأينا تعاملا أكثر نبلا وسموا. كما أن المعالجة الجينية - كما سبق أن عرضنا - لا تعدو كونها، من حيث التطبيق الفعلي، نوعا من النقل الأفقي للجينات، تماما كالتحوير الجيني للكائنات الحية.

٧ - بدائل المعالجة الجينية

يمكن تصنيف بدائل المعالجة الجينية في أربع مجموعات، وذلك وفقا لطبيعة الأمراض المستهدفة. ومع أن أبحاثا كثيرة، تتصل بشكل أو بآخر بهذه البدائل. فإننا نود أن نشير منذ الآن إلى أنه يمكن التركيز على هذه الأبحاث، ليس من أجل البحث العلمي بحد ذاته فحسب، بل أيضا

كبدائل للمعالجة الجينية، فيُعمد إلى توجيه هذه الأبحاث حصرا بهذا الاتجاه، ويتم تعميقها بإغداق الإنفاق عليها، لأنها ستأخذ شكل معالجات طبيعية، لا تعبث بالجينوم البشري. وهذه البدائل هي:

٧ - ١ - واسمات الخلايا السرطانية

تضع الخلايا السرطانية على سطحها بروتينات سكرية خاصة بها (أو مستضدات)، تميزها عن بقية الخلايا السوية، ومن أنواع الخلايا السرطانية الأخرى. كما أن الفاعلية الانقسامية العالية لهذه الخلايا تستدعي التفعيل المستمر لعدد من البروتينات الضرورية للانقسام [عوامل نمو محددة، وعوامل انتساخ، وإنزيمات كينازية محددة، وإنزيمات فوسفتازية معينة، وحراس الجينوم (وعلى رأسها البروتين P٥٣) وإنزيم التيلوميراز، ومضادات المعنى antisens-es، أو أنواع RNA الاعتراضي القصير (siRNA)، وكل ما يفعل الانقسام الخلوي.

فإذا ما أمكن تعرف المستضدات السطحية للأنماط السرطانية الرئيسة (ولقد تحقق ذلك في بعض الأورام)، فيمكن عندئذ تحميل أضداد هذه المستضدات بذيفان، يدخل الخلايا الخبيثة ويجهز عليها، ونعود عندئذ إلى مفهوم «الرصاصة السحرية» magic bullet: تقنية أخفقت في تسعينيات القرن الماضي لأسباب تقنية، وعادت الآن لتشق طريقها إلى التطبيق الفعلي[٣٦]. وكما عرضنا غير مرة، فإنه يمكن التوصل دائما إلى إيجاد حلول ملائمة للصعوبات ذات الأصل التقني.

أما في ما يتعلق بمثبطات انقسام الخلايا [ولا نعني هنا المثبطات، التي تستعمل كجزئيات عضوية بسيطة، كما هي الحال في المعالجة الكيميائية المعروفة للسرطان (كاستعمال ٥ - فلوردي أكسي يوريدين FdUR مثلا)]، فهناك طيف واسع منها - وكلها مواد طبيعية، بروتينية البنية - يمكن استعمالها استعمالا نوعيا. ونذكر منها جزيئات تنظيم انقسام الخلية، كالسيكلين، والكيناز cdc-2، ومماثلاتها[٣٧]. أو استعمال مثبطات التيلوميراز، الإنزيم المسؤول عن تركيب التيلوميرات، نهايات (قلنسوات) الصبغيات (التي تُفقد في إثر كل انقسام حلوي)[٣٨، ٣٩]. كما يمكن تحريض البروتين P٥٣ (بالتفعيل النوعي للجين p٥٣ «حارس الجينوم»، والحراس الأخرى للجينوم)[٤٠، ٤١]، وتنشيط العامل النووي kB-NF، الذي يتسبب في استموات الخلايا السرطانية[٤٢]. كما يمكن منابلة الخلايا السرطانية، ومشاهدة تخريبها بالجراحة الليزرية الصغرية باستعمال البروتين المتألق الأخضر[٤٣]. حتى أنه يمكن الإفادة من تثبيط العامل البروتيني الضروري لانقسام الخلايا في جراحة الأوعية الدموية تحت الضغط، وفي عمليات المجازة القلبية heart-bypass[٤٤]. ومن المعارف العامة أن فرط تمتيل نكليوتيد السيتوزين في التسلسل CpG في شريطتي حلزون DNA، يثبط التعبير الجيني، ويوقف الانقسام الخلوي. لذا، يمكن الإفادة من تفاعل التمتيل في معاجلة الخباءة معالجة

نوعية[٤٥، ٤٦]. وتجدر الإشارة في هذا السياق إلى ضرورة إجراء كل هذه المعالجات بصورة نوعية صارمة، بحيث تستهدف الخلايا السرطانية ذاتها، وليس أي خلية أخرى سوية، توجد في الدورة الانقسامية الخلوية. ذلك أن نسج الجسم كلها (التي يزيد عددها على ثمانمائة نسيج، و١٤٠ ألف نمط)، تحوي خلايا جذعية انقسامية، بما في ذلك الدماغ والمراكز العصبية الأخرى. فإذا لم تكن المعالجة نوعية، فإننا سنعاني من العيب، الذي يلاحظ في المعالجة العادية اللانوعية المستعملة حاليا في المعالجة الكيميائية للسرطان. وأخيرا، يمكن قتل الخلايا السرطانية بإعطائها جزيئات RNA مزدوجة الشريطة، ويبلغ طولها ما بين ١٨ و٢٥ نكليوتيد، فتقضي بظاهرة الاعتراض، أو بتضادية المعنى antisense، على mRNA خاص بأحد البروتينات الضرورية لانقسام الخلية.

٧ - ٢ - الخلايا الجذعية

إن كل نسيج من نسج الجسم (بما في ذلك الدماغ) يحوي خلايا هاجعة، غادرت الدورة الانقسامية، وهجعت في الطور G0 (الفضوة صفر) من هذه الدورة، فعندما تستموت خلايا في نسيج ما (ويحدث هذا في كل لحظة)، يعود بعض هذه الخلايا الهاجعة إلى الدورة، وتنقسم لتعوض عن الخلايا المستموتة. وتعرف هذه الخلايا بالخلايا الجذعية stem cells. وعلى الباحثين أن يعزلوا هذه الخلايا (وليس الخلايا الجذعية الجنينية stem cells embryonic، التي يجب أن يحرَّم استعمالها لقدسية الجنين من جهة، ولخطر الاتجار به من جهة أخرى)، ويوجهوا تمايزها، فتُستعمل عندئذ لتحل مكان الخلايا التالفة، كما هي الحال في مرض باركنسون (وعدد من الأمراض الأخرى ذات الطبيعة التنكسية degenerative)، حيث تحل مكان خلايا المادة السوداء المستموتة في قاعدة الدماغ في مرضى باركنسون. كما يمكن اغتراس خلايا جذعية (تم توجيه تمايزها) مكان خلايا جزر لانجرهانس (خلايا بيتا المفرزة للأنسولين) فيمرض داء السكري[٤٧] من النمط الأول (أي المنوط بالأنسولين)، وفي مرض تشمع الكبد[٤٨].

٧ - ٣ - هندسة النسج

يمكن لتقنية هندسة النسج (التي لا تزال في بداياتها) أن تُستعمل كخيار مهم في استبدال عدد من الأعضاء المعتلة في الجسم، والتي قد يظن أن إعادتها إلى الحالة السوية، يمكن أن تتم بالمعالجة الجينية (كاعتلال بعض أجزاء العضلة القلبية مثلا). ويعمد حاليا في هندسة النسج إلى بناء سقالات scaffolds، من مكوثر polymer، (بوليمير)، تأخذ شكل العضو تماما. وتتصف مادة المكوثر، التي تشكل السقالات، بأنها قابلة للتدرك البيولوجي (أي أن الخلايا تُفكك، بواسطة إنزيماتها، مادة المكوثر، وترتشفها في النهاية ارتشافا كليا). وفي إثر بناء العضو على شكل سقالات، تبذر على هذه السقالات الخلايا الجذعية (التي عرضنا لها

في الفقرة السابقة)، التي تم توجيه تمايزها في اتجاهات معينة كي تعطي بنى العضو المعني. وما إن يتم تشكل العضو، حتى تقوم خلاياه بتقويض مادة السقالات، ومن ثم ارتشافها. وعلى هذا الأساس، تم تشكيل أعضاء، نذكر منها المثانة، والمعي، والوعاء الدموي. ومع أنه يحدث فعليا إنتاج قطع من الجلد البشري(٤٩)، فلا تزال هناك صعوبات كثيرة تعترض تصنيع الأعضاء الأخرى. ولقد أمكن أخيرا تحضير خلايا جذعية جينية، تم توجيه تمايزها إلى خلايا النخاع الشوكي للفئران. ولقد استطاعت هذه الخلايا أن تحل محل خلايا، أتلفت صنعيا في نخاع هذه الفئران، التي أضحت مشلولة الأطراف (الخلفية منها على وجه التخصيص)، وشُفيت الفئران المعالجة من الشلل بسبب ترميم المنطقة (التي تم إتلافها) ترميما صحيحا من الناحيتين البنيوية والوظيفية(٥٠)، وذلك من قبل الخلايا الجذعية الجينية.

٧ - ٤ - الجزيئات الخادعة

يُعتقد أن عددا كبيرا من أمراض المناعة الذاتية، يرجع إلى إستراتيجية بارعة تلجأ إليها الفيروسات من أجل التملص من مراقبة الجهاز المناعي للجسم، ومن ثم التملص من تفعيل سلاحه الثاني (المناعة الخلوية)، الذي قد يجهز عليها. ولذا، فإن هذه الفيروسات تُدخل في تركيب بعض البنى الخلوية السطحية (كغمد شوان للألياف العصبية)، وفي الغشاء البلزمي لعدد من النسج (كالخلايا بيتا المفرزة للأنسولين التي توجد في جزر لانجرهانس للبنكرياس) تسلسلات ببتيدية من بنية الفيروس نفسه، فتتخدع الليمفاويات التائية سامة الخلايا cyto-toxic T cells، والقتلة الطبيعيون natural killers، وتحسبها (أي تحسب الببتيدات الفيروسية) من الذات (الجسم)، فلا تبني ضدها استجابة مناعية، ولكن إذا ما طرأ خلل على هذه الخلايا (أو خلايا مناعية أخرى)، و«توقدت ذاكرتها»، فتتعرف عندئذ الببتيدات ذات المنشأ الفيروسي، وتشرع في اجتثاث هذه الجزيئات من جذورها. وعلى هذا النحو، تنشأ معظم أمراض المناعة الذاتية autoimmunity.

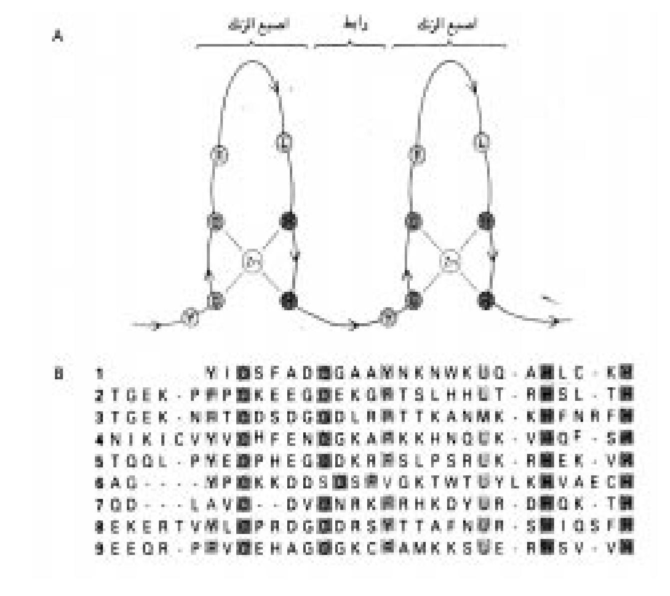
فإذا ما أدخلت في الجسم تسلسلات صنعية من هذه الببتيدات [أو تسلسلات من النكليوتيدات (تماثل تماما التسلسلات التي توجد في DNA الخلية)، وتتعرفها أصلا عوامل انتساخ معينة، فيؤدي هذا التعرف في الحالة المرضية إلى تفعيل جينات ذات أثر مؤذ للجسم]، فإن هذه التسلسلات الببتيدية والنكليوتيدية، تعمل في الدم أو في السيتوبلاسما كأشراك خادعة، ترتبط بها الخلايا المناعية، أو مفعلات الجينات (عوامل الانتساخ)، فلا تصل هذه عندئذ إلى الخلايا، أو إلى الجينات المستهدفة.

ونذكر، كمثال على الشرك الخادع، ما اكتشفه الباحثون في ما يتعلق بداء السكري المنوط بالأنسولين (النمط ١) (٥١). إن التائيات سامة الخلايا تتعرف مستقبلا بروتينيا سكريا نوعيا، يوجد على سطح الخلايا بيتا المفرزة للأنسولين في جزر لانجرهانس للبنكرياس، فتشرع هذه

الخلايا (في حالات مرضية معينة) بالترابط بهذه الجزيئات أو المستقبلات، مسببة (في البداية) التهابا موضعيا. ومع تقدم الجسم بالسن، تزداد ألفة الخلايا المناعية لهذه المستقبلات، فتشرع التائيات بتدمير الخلايا المفرزة للأنسولين، وينشأ داءالسكري. فإذا ما حقن في الجسم الببتيد الموجود في جزيء المستقبل، فإن التائيات سامة الخلايا، وكذلك القتلة الطبيعيين، ترتبط به تاركة الخلايا بيتا وشأنها. وبدهي أن تحل معالجات من هذا النوع محل المعالجة الجينية، وتبعد خطر العبث بالجينوم البشري.

٧ - ٥ - استعمال إصبع الزنك

يحاول عدد من الباحثين الإفادة من سيرورة التأشيب المماثل بطرائق أكثر دقة، وتختلف كليا عن الطرائق التقليدية، حيث لا يتم في هذه الطرائق المبتكرة وضع جين سوي كان جين معتل كما يحدث تقليديا، إنما الإفادة من جهاز إنزيمات تصليح DNA (DNA repairing enzymes). فيتم في هذه التقنيات المتقدمة توجيه أحد إنزيمات هذا النظام، ليتعرف بدقة التسلسل الطافر في إحدى شريطتي DNA أو في كلتيهما، فيزيله، ثم يضع التسلسل السوي مكانه، سيرورة تحدث باستمرار في أثناء الانقسام الفتيلي السوي للخلية. ويتعرف الإنزيم التسلسل الظافر بفضل أحد عوامل الانتساخ transcription factors (بروتينات ترتبط - كما سبق أن ذكرنا - بتسلسلات معينة من DNA، وبالمحضض خاصة، فتفسفر بوليميراز RNA؛ أي تحفض طاقة تنشيط الانتساخ برفع الطاقة الحرة للجملة، وخفض إنتروبيتها، فتسرّع سيرورة الانتساخ من قبل بوليميراز RNA). إن عامل الانتساخ الذي استعمل هو إصبع الزنك Zinc finger (سُمي كذلك لأن ذرة الزنك تدخل في بنيته ذات الشكل الإصبعي (الشكل ٢٠، انظر من أجل عوامل الانتساخ، وإصبع الزنك خاصة، المرجع ٢، ص ٢٦٨ - ٢٧٧).



الشكل (٢٠): (A) مخطط ترسيمي لجزء من إصبع الزنك، يثبت إيون الزنك (Zn) في الإصبع الواحد (وعددها تسعة أصابع في الجزيء الواحد) بوساطة أربع روابط: اثنتان من ثمالتي الحمض الأميني السيستئين (C)، واثنتان من ثمالتي الحمض الأميني الهستدين (H). (B) رموز ثمالات الحموض الأمينية للجزيء بروتين إصبع الزنك الذي يعمل كعامل انتساخ يرتبط بمحضض الجين، فيسرع الانتساخ. (عن المرجع ٢، ص ٢٧٢، انظر النص والمرجع من أجل التفاصيل).

إن إصبع الزنك، يعمل (مع غيره من عوامل الانتساخ، يزيد عددها على الخمسين، وتقع ضمن نواة الخلية) كمستقبل لمجموعة من الهرمونات كارهة الماء (أي أنها تنفذ دونما وسيط أو حامل عبر الغشائين البلزمي والنووي للخلية، كالإستروجين مثلا). وتعرف هذه المستقبلات (عوامل الانتساخ) بالمستقبلات الهرمونية النووية nuclear hormone receptors. وتشكل الهرمونات كارهة الماء عائلة كبيرة من الجزيئات، نذكر منها الستيرويدات steroid - كالإستروجين وهرمونات قشرة الكظر، والمبيض والخصية - هرمونات الغدة الدرقية (الدرق)، والريتينويدات retinoids. إن للجزيء المستقبل - إصبع الزنك - مجالين، أحدهما يرتبط به الهرمون، والثاني يرتبط بتسلسل من DNA.

لقد تمكن فريق من الباحثين من تصميم إصبع زنك(٢٩)، يستطيع تعرف التسلسل الطافر، فيبادر عندئذ إنزيم معين من إنزيمات تصليح DNA إلى إزالة التسلسل المعيب (الطافر) ووضع تسلسل سوي مكانه بسيرورة التأشيب المماثل، التي تستعمل نكليوتيدات نواة الخلية، وليس تسلسلات خارجية المنشأ، كما يحدث في المعالجة الجينية التقليدية. لقد مكنت هذه الطريقة المبتكرة من تصليح ٢٠ في المائة من الخلايا المناعية، التي اختبرت في الزرع.

٨ - أزمة البيولوجيا المعاصرة

يجمع العاملون في الوسط العلمي كلهم تقريبا، وحتى القسم المتنور من العامة، على أن النصف الثاني من القرن الماضي، وبداية هذا القرن، يشكلان مدخل البيولوجيا - ومن ثم الطب والصيدلة، وعلوم الصحة عامة - إلى العصر الذهبي. ففي بداية هذا النصف (٢٥ أبريل - ١٩٥٣)، تم اكتشاف بنية DNA، وتفسير آلية التضاعف الخلوي، وتوالد الأحياء، ومن ثم نقل المعلومات الوراثية من جيل لآخر. وبعد عشرين عاما فقط من ذلك التاريخ، اكتشفت تقانة DNA المأشوب بالإفادة من صلابة جزيء DNA ذي الحلزوي المزدوج، ومن خصائص إنزيمات التقييد. وأنجزت الهندسة الجينية بسرعة إنشاء الكائنات المحورة جينيا. وتم في مطلع هذا القرن (٢٦ يونيو - ٢٠٠٢) الإعلان عن الانتهاء من مشروع القرن: سلسلة معظم الجينوم البشري. وسُلسلت حتى الآن جينومات مئات الكائنات الحية؛ من بدائيات النوى والنباتات والحيوانات. لقد رافق ذلك، جينيا إلى جنب من التقدم الهائل للتقانة في الفيزياء والكيمياء وعلوم الحاسوب والمعلوماتية العامة، تصميم أجهزة كشف ذات دقة عالية، انعكست كلها على العلوم البيولوجية الصحية، فأضحت معرفتنا بوظائف الجسم البشري ذات عمق أكبر، وأضحى فهمنا لآلية حدوث كثرة من الأمراض ذا بعد مثير للإعجاب. إنه تقدم في المعرفة النظرية والتقنية مذهل حقا.

بيد أن هذا المدخل إلى العصر الذهبي، حمل في ثناياه إشكالات، لا بل أزمات، حقيقية، لم تتضح أبعادها الأخلاقية والإنسانية إلا على نحو غامض، وللبعض فقط ممن أنعموا النظر

بموضوعية ملتزمة بما رافق هذا التقدم العلمي المذهل من تحول في علاقة الانسان بالعلم والمعرفة. إن بريق الاكتشافات المذهلة، ولمعان الاختراقات في تخوم المعرفة البشرية، والتأثير الساحق لوسائل الإعلام المرئية في تفكير إنسان القرن الواحد والعشرين، الذي لا يكرس إجمالا إلا ما ندر من الوقت للتأمل وللتبصر؛ إن هذه السيرورات الثلاث، حجبت، على ما يبدو، الأزمات التي نحن بصددها. ويمكن القول عموما إن هذا التقدم في معارف الإنسان، انطوى على نوعين من الأزمات: النوع الأول عام، يتناول العلوم كافة، وقديم قدم العلم نفسه، ونطلق عليه اسم ظاهرة «طغيان العقيدة العلمية». والنوع الثاني خاص بالبيولوجيا المعاصرة، وبنوع المفاهيم التي أخذت تسيطر على تفكير معظم أفراد المجتمعات الاستهلاكية؛ مجتمعات الطراز الواحد، مجتمعات العولمة. ونطلق على هذه الظاهرة اسم «التحالف غير المتكافئ بين رأس المال والبحث العلمي».

٨ - ١ - طغيان العقيدة العلمية

نقصد هنا بالعقيدة العلمية scientific dogma نظرية، أما مبدأ، أو حتى قانون علمي، يتم اكتشافه، أو صياغته، في مرحلة ما من مراحل تاريخ العلم. إن تطور العلم برمته قام على هذه الظاهرة، المنطق الطبيعي لأساس كل تقدم. وإذا استثنينا - بطبيعة الحال - ما يعرف بالثوابت الطبيعية natural constants، كالثقالة gravity أو التثاقل gravitation، وسرعة الضوء light velocity، وثابتة بلانك Planck's constant (أي ٦,٦٢٥ × ١٠ -٢٧ إرغ. ثانية؛ تساوي أيضا نسبة طاقة الفوتون إلى تواتره. أو أن طاقة الفوتون تساوي ثابتة بلانك جداء سرعة الضوء - ٧٢٩ ٢٩٩ كيلومتر/ثانية - مقسوما على طول الموجة)، وثوابت أخرى، تقوم عليها قوانين العلم، إذا استثنينا هذه الثوابت إذن، فإن على كل عقيدة علمية، أن تنحسر جانبا بعد أن تؤدي دورها، وعندما تكتشف، أو تُصاغ، عقدية أكثر تقدما منها. أو أن تندثر كليا، عندما يتم البرهان على عدم صحتها. ويحدث طغيان العقيدة العلمية، عندما تنطوي في بنيتها على خطأ ما غير جلي، ولكن الفكر العلمي يكون على درجة من التعصب لهذه العقيدة - لأسباب فلسفية، أو اجتماعية، أو حتى سياسية - بحيث يطمس الخطأ. إن ظاهرة طغيان العقيدة العلمية، غير نادرة في تاريخ تطور العلم؛ كان ثمنها أحيانا باهظا، وعرقلت دائما مسيرة التقدم العلمي. وليست الأمثلة التالية سوى شواهد قبور بعض هذه الظواهر.

لا أذكر تماما أين قرأت فكرة، تقول ما معناه: «إن جودة فلسفة أرسطو Aristotle (٣٨٤ - ٣٢٢ قبل الميلاد)، توازي رداءة فيزيائه». ومع أن البعض - كالبيولوجي الجزيئي «ماكس ديلبرك» Max Delbrück (١٩٠٦ - ١٩٨١)، الذي فاز هو نفسه بجائزة نوبل عام ١٩٦٩ - يرى أنه لو أن منح جائزة نوبل، يشمل الأموات، لفاز بها حتما أرسطو. لأنه عندما كان يُسأل مثلا هل البيضة أولا أم الدجاجة، كان يجيب أن بيضة الدجاجة، أو جوزة البلوط، تحوي

مشروع مخطط تصميم الدجاجة، أو شجرة البلوط. ففي ما يتعلق بـ «ديلبرك»، وحتى لو كان مازحا، فإن «أرسطو» اكتشف DNA قبل أكثر من ٢٢٠٠ عام من الاكتشاف الذي حدث عام ١٩٥٣ من قبل «واتسون» و«كريك».

ولكننا نرى أن بعض نظريات «أرسطو»، ودعمها من قبل بعض الحكومات بقوانين، شرعتها من أجل ذلك، كبلت العلم لقرون طويلة بقيود، كلف نزعها مسيرة التقدم العلمي زمنا وجهدا كبيرين، بالإضافة إلى أن علماء، ضحوا بأنفسهم بسبب معارضتها. ونلمح هنا إلى نظرية مركزية الأرض Geocentric Theory، التي تقول إن الأرض هي مركز الكون، وهنالك ثماني سماوات - كرات - تحيط بها، وتدور حولها (القمر والشمس والنجوم كلها والكواكب الخمسة، التي كانت معروفة آنئذ؛ أي عُطارد والزُهرة والمريخ والمشتري وزُحل). ومع أن «أرسطو»، كان أول من تحدث عن هذه النظرية؛ فإن صياغتها بشكلها التي عُرفت عليه، تمت على يد الفيلسوف والرياضي وعالم الفلك «كلوديوس بتوليماوس (بطليموس)» Caludius Ptolemae-us، الذي عاش في القرن الثاني قبل الميلاد في الإسكندرية بمصر. ولم يجرؤ أحد على معارضة هذه النظرية إلا بعد العام ١٦٠٠، عندما برهن «نيكولاوس كوبرنيكوس (كوبرنيك)» Nicolaus Copernicus (١٤٧٣ - ١٥٤٣)، ثم «يوهانس كبلر» Johannes Kepler (١٥٧١ - ١٦٣٠)، و«غاليليو غاليالي» Galileo Galilie (١٥٦٤ - ١٦٤٢)، على عدم صحة هذه النظرية، ووضعوا نظرية مركزية الشمس Heliocentic Theory، التي تبرهن على أن الشمس هي مركز «الكون»، وأن الأرض هي التي تدور حول الشمس، وليس العكس. وكان «جيوردانو برونو» Jiordano Bruno (١٥٤٨ - ١٦٠٠)، قد أحرق حيا في ١٦ يوليو ١٦٠٠ بسبب معارضته نظرية مركزية الأرض، على الرغم من إيمانه العميق بالكاثوليكية، وأجبر «جاليلي» على الإقامة في منزلة مدة ٢٦ عاما (أي منذ ١٦١٦ حتى وفاته). وكان يمكن له أن يلقى مصير «برونو» لولا صداقته لشخصيات نافذة في الفاتيكان.

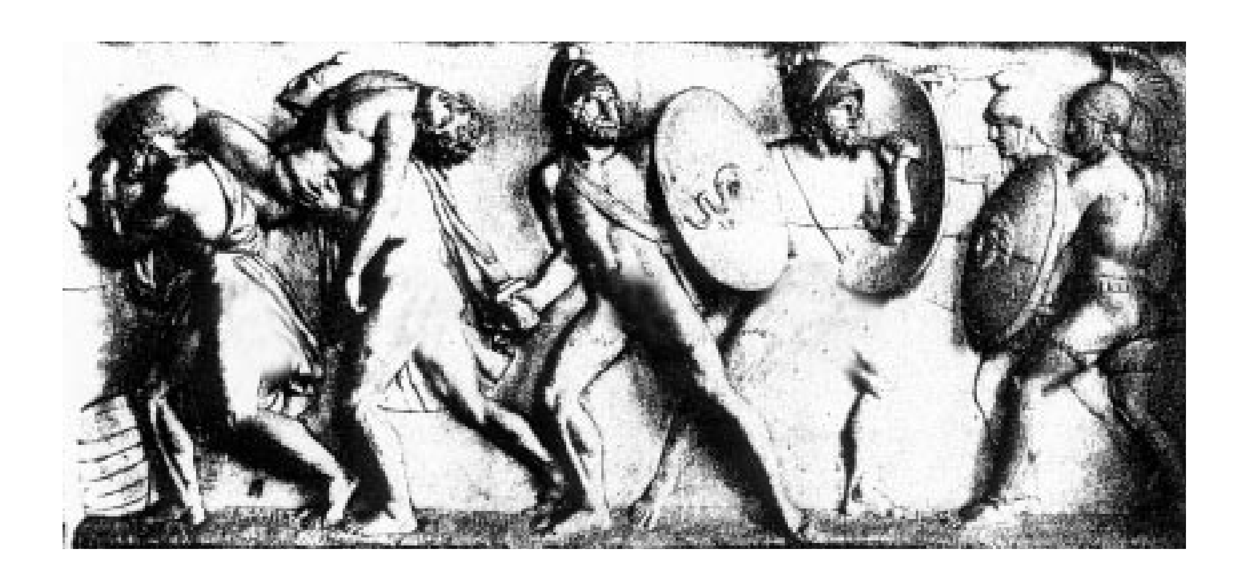
وتجسد نظرية التولد العفوي Spontaneous Generation المثال الثاني لطغيان العقيدة العلمية. وترى هذه النظرية، التي وضعت أسسها مدرسة أثينا، التي كان يتزعمها «أرسطو»، أن الكائنات الحية، تنشأ من مواد لا حية. فالديدان تتولد في الطين، ويرقات الذباب من اللحم المتفسخ، وهكذا. وبقيت هذه النظرية سائدة قرونا طويلة، حتى برهن «فرنسيسكو ريدي» Francesco Redy (١٦٢٦ - ١٦٩٧)، و«لازارو سبالانزاني» Lazzaro Spallanazani (١٧٢٩ - ١٧٩٩)، وأخيرا «لويس باستور» Louis Pasture (١٨٢٢ - ١٨٩٥) على عدم صحتها. ومع أن صياغة النظرية لم تكن دقيقة بما يكفي (لأننا نعرف الآن أن الحياة نشأت أساسا من جزيئات لا حية)، فإن طغيان أفكار مدرسة أثينا، حجب جانبا علميا مهما من العلوم اليونانية نفسها. فلو قرأ «أرسطو»، أو تلامذته، قراءة صحيحة شعر «هوميروس»

Homer؛ أي ملحمتي «الإليادة» Iliade (أو الإلياذة)، و«الأوديسة» Odyssey (أو الأوذيسّة)، اللتين كتبهما «هوميروس» على الأقل قبل أربعمائة عام من وضع هذه النظرية، لتبينوا بوضوح أنه لا وجود لظاهرة التولد العفوي. لقد عاش «هوميروس» على الأقل أربعمائة عام قبل وضع هذه النظرية، تبينوا بوضوح أنه لا يوجود لظاهرة التولد العفوي. لقد عاش «هوميروس» وفقا لبعض المراجع في القرن التاسع قبل الميلاد، ووفقا لبعضها الآخر في القرن الثامن قبل الميلاد، وذلك في آسيا الوسطى، ودوَّن في ملحمة الإليادة (من إليون Ilone، مدينة طروادة) وقائع الأيام المائة الأخيرة من حرب طروادة، التي استمر حصارها ما يقرب من تسع سنوات، حيث تم بعد ذلك الاستيلاء عليها بالخدعة (بوساطة حصان طروادة)، ونهبها، ثم حرقها. كما دوَّن في ملحمة الأوديسة الأهوال والمحن التي واجهها المقاتل «أوديسيوس» Odysseus أو «يوليس» Ulysse، ملك إيتاكا Ithaca، وصاحب فكرة حصان طروادة، في أثناء عودته - بعد حرق طروادة - إلى مملكته وزوجته وابنه، وتعد هاتان الملحمتان من أروع ما كتب في الشعر الملحمي العالمي. ولقد بينت الدراسات التاريخية، والحفريات الأثرية أن كل ما ورد تقريبا في هاتين الملحمتين كان واقعيا، وليس من نسج خيال «هوميروس». وتقع مدينة طروادة - التي أقيمت على أنقاض ست مدن سابقة - في مدينة «هِسرلِك» Hesrlik التركية (الأناضولية) الحالية.

إننا نرى أن هذا الشرح ضروري لتلخيص خلفية عدم وجود ما يعرف بالتولد العفوي، كما يوضح «هوميروس» في الإليادة. فكما هو معروف، قامت حرب طروادة بين الطرواديين - يونانيين ملكهم «ألكسندر بريام «Alexander Priam، والد المقاتلين «هكتور» Hector، وباريس Päris - واليونان الآخيين لاستعادة «هيلين» Helene زوجة مينيلاس Menelas، ملك لاسيديمون Lacedemone، الذي حل «باريس» ضيفا عليه، واختطف زوجته «هيلين» ذات الجمال الفائق. قام «نستور» Nestor، ملك بيلوس Pylos، كبير ملوك اليونان الآخيين، بتجييش الآخيين كلهم، بما في ذلك «آخيل» Achille، ملك ميرميدون Myrmidon الذي نازل «هكتور» في أثناء حصار طروادة، وقتله، لأن هكتور قتل منازلة أيضا «باتروكلوس» Pa-troclos، الصديق الأعز لـ «آخيل». وتقول الأسطورة إن والدة «آخيل»، الإلهة «تيتيس» The-tis، أمسكته عند ولادته من عقبه (كاحله)، وغطسته في نهر «ستيكس» Styx المقدس، فأصبح جسمه عصيا على الموت، ما عدا عقبه الذي لم يبتل بماء النهر. لذا، يقال عن الموقع القاتل بالجسم «عقب آخيل».

ويقول «هوميروس» في الإليادة إنه عندما استطاع المقاتلون الآخيون، حمل جثمان «باتروكلوس» من أرض المعركة - خارج أسوار طروادة -، وانتزاعه من سيوف الطرواديين، ونقله تحت الحراب (الشكل ٢١) الى خيمة «آخيل» بكاه هذا بمرسية تفجعية، وطلب من أمه «تيتيس» أن تغسل جسمانه جيدا، وتلفه بالقماش القطني النظيف، وتسد فتحتي الأنف

بالرحيق الإلهي nectar كي لا يحط الذباب على جسده، ويضع بيوضه، التي تفقس يرقات، فتفسد جسده، فأين التولد العفوي، إذن للذباب إذا كان «هوميروس»، قبل أربعمائة عام من «أرسطو»؛ يعرف أن الذباب ينشأ بالتوالد من ذباب حي، يضع بيوضا، تفقس يرقات، تنمو إلى ذباب بالغ، يضع بيوضا، وهكذا؟!



الشكل (٢١): صورة للوحة تمثل انتزاع جثمان «باتروكلوس» من أيدي المقاتلين اليونان الطرواديين، وحمله على كتفي اثنين من رفاقه المحاربين اليونان الآخيين (من بينهم الإسبارطيون)، لنقل الجثمان إلى خيمة «آخيل»، كي يحفظ لمنع يرقات الذباب من التولد نتيجة حط الذباب على الجثمان. انظر النص من أجل التفاصيل.

ومع أن الأمثلة على طغيان العقيدة العلمية غير نادرة في تاريخ البيولوجيا خاصة، فإننا سنكتفي بمثالين مع البيولوجيا المعاصرة، بالنظر إلى تأثيرهما في الماضي والحاضر في سيرورة تقدم هذا العلم. ويتعلق المثال الأول بالتطور الدارويني darwinism، الذي يفسر مسيرة الكائنات الحية على أساس الانتقاء الطبيعي natural selectrion. ووفقا لهذه النظرية؛ فإن الانتقاء الطبيعي هو محرك التطور. ويتم التطور الدارويني وفقا للسيرورات التالية:

١ - نسخ الجينات، أي المعلومات، مرات عديدة. وهذا هو التكاثر أو التوالد.

٢ - اختلاف أو تغير بعض الجينات (المعلومات) بحدوث الطفر، الذي يتم بفعل البيئة، ويكون عشوائيا. فتسود الأنواع الأكثر تلاؤما وتكيفا مع بيئتها، فيقال بلغة عامية: البقاء للأصلح. مع العلم أن هذا نسبي، ولا يمكن تحديده تحديدا علميا دقيقا.

٣ - انتقاء بعض الجينات المتخالفة على حساب جينات أخرى. وهذا هو الانتقاء الطبيعي. فالتطور الداروينى تم، ويتم، دونما هدف محدد، ويحدث عشوائيا. هكذا يعتقد أنصار التطور الداروينى، ويفسرون التطور تفسيرا آليا، بذات التطور نفسه، وبحكم الطبع، أو بحكم طبيعة الحالة نفسها ipso facto. فإذا انقرضت مجموعة من الجزيئات - كالحموض الأمينية الميمنة - ذلك أن الجزيئات الأخرى. ابتلعتها داروينيا. وإذا كان هنالك راموز (كود) وراثي واحد للكائنات الحياة كلها، فلئن الانتقاء الطبيعي الداروينى، قضى على الرواميز (الأكواد) الأخرى، وهكذا. ولكن هل يمكن لتطور تصادفي عشوائي، دونما أي هدف، أن ينشئ على الأرض حياة ذكية، يتوجها خلق الإنسان، خليفة الله في الأرض، فيصبح الكون ذا معنى؟ ذلك أن الكون من دون الإنسان لا معنى حقيقيا له؛ أي سيكون بلا لغة ولا كتابة ولا موسيقى ولا إبداع، ولا أي شيء ذي معنى.

لقد تم تأليف المرجع رقم ٢ للبرهان على أن التطور هو تطور جزيئي، بدأ مع بدء الكون، وتناول المادة اللا حية أولا، ثم المادة الحياة. وهو تطور ذو هدف محدد، لا تحكمه أي تصادفية أو عشوائية، تطور تم من الأبسط إلى الأعقد من حيث البنية، ومن الأقل كفاية وأداء إلى الأكثر فاعلية وتأثيرا من حيث الوظيفة. فسادت الذرات ثم الجزيئات ذات ثابتة الترابط (Ka) association constant الأعلى على الذرات والجزيئات ذات ثابتة الأدنى. ويعبر عن ذلك في الكائنات الحية بسباق التسلح للفوز بثابتة الترابط Ka الأعلى للربيطة ligand بمستقبلها re-ceptor. كما أن هذا التطور، نجم أيضا عن ملاءمة وتوافق الثوابت الطبيعية (التي تقوم عليها قوانين العلم) في ما بينها تلاؤما وتوافقا مذهلا في دقته وإحكامه. فلو غيرنا بمقدار ضئيل جدا من قيمة أحد هذه الثوابت (شحنة الإلكترون مثلا التي هي ١,٦ × ١٠ -١٩ كولون)، انعدم وجود الكون كليا. ولا بدمن الإشارة إلى أن التطور الداروينى العشوائي التصادفي، نشأ في وقت كانت تسود فيه أفكار الجدلية المادية، وينظر فيها بتطرف شديد إلى الحياة على أنها نوع من الآلة، يمكن بسهولة فهم طريقة عملها، وأسلوب توالدها.

والداروينية تعاني أيضا أزمة أخرى. إنها تنكر كليا توارث الصفات المكتسبة، مفهوما للتطور، تقدم به في أواخر القرن الثامن عشر «لامارك» Jean-Baptiste de Monet La-marck (١٧٤٤ - ١٨٢٩). لقد أمكن البرهان أخيرا على أنه يمكن توارث الصفات المكتسبة مدة ثلاثة أجيال على الأقل في الإنسان، وكذلك في ذبابة الفاكهة، ونبات «العربية». إن طغيان الداروينية، أو القبول التلقائي بها، واستعمالها آليا لتفسير كثرة من الظواهر، أسهم، ويسهم - كما سنرى بعد قليل - في عدم فهمنا الصحيح للجينوم عامة، وللجينوم البشري خاصة، من حيث إن الجينات التقليدية، تحكم كليا نمطنا الظاهري. ذلك أن الداروينية لا تفرد متسعا لواسمات ما بعد الجينات epigenetic marks، ولا تأبه بها، والذي يمكن أن تتأثر بالعوامل

البيئية، من ثم تكون ذات طابع فردي أو شخصي. واعتقد أنه لا بد من إعادة النظر على نحو شامل بالداروينية كنموذج paradgm علمي، وبخاصة في ضوء الفهم الجديد للمندلية men-delism، كنموذج paradgm علمي آخر، يرتبط ارتباطا مباشرا بالداروينية.

أما المثال الثاني، الذي سنعرض له، فيتمثل بقانوني «مندل»، الخاصين بانعزال الصفات، نموذج paradgm علمي، محوره الأساسي المفهوم الجيني، الذي يربطه ربطا وثيقا بالداروينية ويحتاج، هو الآخر، إلى إعادة نظر شاملة. وكما هو معلوم، فإن «داروين»، نشر كتابه «في أصل الأنواع» «On the Origin of Species» عام ١٨٥٩، وإن مندل أجرى دراسته على نبات البازلا في عام ١٨٦٠، في وقت لم يكن مفهوم الجين معروفا، وحتى كلمة gene، لم تكن قد استنبطت، ذلك أن الصبغيات نفسها، مادة الجينات لم تكن قد اكتشفت. كانت الدراسة، تتناول ما يعرف بالصفات البسيطة الظاهرة لبذور هذا النبات، كالبذور المستديرة، أو المنتفخة، أو ذات السطح الأملس، أو الأجعد، أو نبات يحمل أزهارا محورية، أو طرفية، أو ذا ساق طويلة، أو قصيرة. وبكلمة أخرى، كان «مندل» يدرس خِلالا بسيطة جدا، قد يكون مسؤول عن كل منها جين واحد، لا يعمل، على ما يبدو، تآزريا مع جينات أخرى، ولا يتآثر معها. وقد يكون التغيير من خلة إلى أخرى (كبذور مستديرة أو منتفخة، أو ملساء أو جعداء) قد حدث نتيجة طفرة نقطية. ولكن حتى في مثل هذه الحالة، فلقد اتضح الآن أن الكائن الحي (كنبات «العربية» مثلا)، يسترد صفة وحشية، لم تكن موجودة في النباتات الوالدية (انفصال البتلات - التويجات - في نبات «العربية») في أعقاب كانت هذه البتلات في النباتات الوالدية ملتحمة[١٢،١٤]. فالداروينية تتحدث عن التوارث بالتوالد، وعن التكيف والتلاؤم بتغير الصفات الوراثية، وبقاء الأفضل بالانتقاء الطبيعي، تماما كما تتحدث المندلية عن انعزال الصفات الوراثية نتيجة التوالد ايضا. لقد طغى مفهوم الداروينية بانتقائه الطبيعي، وكذلك النظر إلى الخصائص الوراثية (الجينات) كأنها حبات سبحة، يمكن فصل بعضها عن بعض بطريقة فيزيائية يسيرة، بغض النظر عن علاقاتها بعضها بالبعض الآخر، وبغض النظر عن الخيط الذي يربط هذه الحبات، وعن طريقة تراتب هذه الحبات وفقا لنظام معين. هذا، بالإضافة إلى إهمال تأثير البيئة في انتقال الصفات الوراثية، هذا التأثير الذي يشكل المحور الأساسي لكل من النموذجين العلميين. إذ كيف يتم انتقاء طبيعي، أو انعزال للصفات الوراثية، وتأثير البيئة مستبعد أصلا، مع العلم بأن هذه الصفات عرضة باستمرار لتأثير العوامل الخارجية، حتى في ما يتعلق بأبسط الطفرات من حيث البنية، ونقصد بذلك الطفرات النقطية؟

ويتمثل طغيان الداروينية، كما سبق أن عرضنا، في أن الانتقاء الطبيعي مسؤول عن كل شيء تقريبا. ويتمثل طغيان المندلية بنظرها إلى الخصائص الوراثية نظرة سطحية جدا، تهمل

علاقة صفة ما (جين ما) بغيرها من الصفات (بجينات أخرى). ويتضح الطغيان المعاصر لهذين النموذجين العلميين بإهمالهما إهمالا كليا لأكثر من ٩٨ في المائة من الجينوم البشري مثلا، وإعطاء الدور الأول والوحيد للجينات التقليدية، (ما يقرب من ٢٥ ألف جين في الإنسان). والنظر إلى معظم DNA (أكثر من ٩٨ في المائة) على أنه حطام تطوري لا وظيفه له. ولكن كيف نفسر - وفقا للانتقاء الطبيعي - تشكل نوعين مختلفين بدءا من أصل واحد في بيئة واحدة sympatry متصلة جغرافيا، أو تشكُّل نوع واحد بدءا من نوعين لهما أصلان مختلفان، في بيئتين متغايرتين ومنفصلتين جغرافيا allopatry[٥٢-٥٦]؟ وكيف نفسر، في ما يتعلق بالمندلية، العودة إلى النمط الوحشي في أفراد لا تحوي أسلافها الوالدية هذه الصفة (١٢ - ١٤)؟ وكيف نفسر أيضا أن إطعام الفئران قوتا غنيا بزمرة الميتيل (CH3-)، يغير على نحو موروث لون فرائها[٥]؟

إن ما يُعاب على الداروينية والمندلية الجزيئيتين بمفهوم بيولوجيا القرن الواحد والعشرين، هو اعتمادهما الكلي على الجينات التقليدية، وإهمالهما، أو عدم إفساحهما أي مجال لعلاقات هذه الجينات بعضها مع بعض تآزريا وتآثريا. كما أنهما ألغتا بطبيعتهما على نحو شبه آلي دور الجزء الأعظم من DNA خلايانا، وعلاقته بالبروتينات الخمسة - الهستونات - التي تشكل معه الكروماتين خارج الانقسام الفتيلي (أي الأطوار G1 وS وG2 من الدورة الانقسامية الخلوية)، والصبغيات في أثناء هذا الانقسام (الطور M من هذه الدورة). وبالإضافة إلى تأثيره في الجينات التقليدية، فإن هذا الجزء الكبير، وبالتشارك مع البروتينات الهستونية، مسؤول عما يعرف بسمات ما بعد الجينات epigenetic marks، التي تتأثر تأثيرا مباشرا وجليا بالعوامل البيئية (القوت الغذائي خاصة)، ومن ثم فإنها مسؤولة عن معظم الخصائص التي تميزنا بعضنا عن بعض كأفراد. إن هذه السمات هي التالية:

١ - جينات RNA الصغري microRNA، بما في ذلك RNA الاعتراضي القصير (siR-NA) short interfiring RNA، الذي يسكت جينات معينة بتخريبه رسيل (mRNA) هذه الجينات، ويعطل الرسيل. إن بعض هذا الـ RNA يأتي أيضا من الإنترونات، التي تنظم - كالبروتينات - عمل عدد كبير من الجينات.

٢ - الجينات الكاذبة pseudogenes، التي ليست من الكذب في شيء، بل لها وظائف حقيقية محددة.

٣ - تمتيل DNA؛ أي إدخال زمرة الميتيل (CH3-) في نكليوتيد السيتوزين المتبوع بالغوانين (أي CpG)، فيصبح السيتوزين ٥- ميتيل السيتوزين. إن التمتيل يغير تغييرا مهما في التعبير الجيني التفاضلي differential gene expression.

٤ - دور الترانسبوزونات transposons، وهي قطع أو تسلسلات من DNA، تقفز من

نقطة إلى أخرى في الصبغي الواحد، أو حتى من صبغي آخر، فتنشط أو تثبط الانتساخ الجيني. ويقدر البعض أن نسبة التسلسلات الترنسبوزونية في جينومنا، تصل إلى ما يقرب من ٤٥ في المائة.

٥ - يرى عدد من الباحثين أن ما يقرب من ٧ في المائة من الجينوم البشري، يعود إلى تسلسلات فيروسية مغايرة retrovirus.

٦ - إن علاقة DNA بالهستونات (أو ما يعرف بالراموز - الكود - الهستوني) من حيث التموضع والشكل الفراغي ثلاثي الأبعاد، يؤثر تأثيرا جليا في فاعلية الجينات المرمزة (المكودة) لنمطنا الظاهري (البروتينات، حصان الشغل).

٧ - أن أستلة (إدخال زمرة الأستيل -CH3CO) الهستونات وفسفرتها (إدخال زمرة الفوسفات -3 PO4)، يؤثر تأثيرا مباشرا في التعبير الجيني التفاضلي.

٨ - إن التبصيم الجينومي genomic imprinting (أي تحديد أي من نسختي الجين الأمومية أو الأبوية، سيعمل في مرحلة ما من مراحل تنامي الفرد)، يؤدي هو الآخر دورا مباشرا في عمل الجينات التقليدية، وفي اختلاف الإخوة والأفراد بعضهم عن بعض. وبدهي أن الداروينية والمندلية الجزيئيتين غير مؤهلتين، بما هو موروث بطبيعتيهما، لفهم الدور الذي تؤديه واسمات ما بعد الجينات، وعلاقتها المباشرة بالعوامل البيئية، وبخاصة القوت الغذائي. كما أن طغيان هذين النموذجين العلميين، أسهم إسهاما مباشرا في صرف النظر عن أكثر من ٩٨ في المائة من الجينوم البشري، وفي مصادرتها دور هذا الجزء (واسمات ما بعد الجينات) لمصلحة الجينات التقليدية. كما أن استلابهما لهذا الدور، تسبب في عدم فهم حتى دور هذه الجينات التقليدية، كما تسبب في التجاهل التام للدور الحاسم والمتعاظم لجزيء RNA[٥٧، ٥٨] في حياة الخلية والجسم، كتنظيم عمل الجينات مثلا.

٨ - ٢ - التحالف غير المتكافئ بين رأس المال والبحث العلمي

ما إن اتضح في النصف الأول من سبعينيات القرن الماضي، وبعد أن أجريت أول تجربة في الهندسة الجينية، أنه بالإمكان استعمال تقانة DNA المأشوب في الحصول على كميات كبيرة من بروتينات دوائية (كالإنترفرون، وهرمون النمو، والأنسولين البشري...)، حتى اكتشف البيولوجيون الجزيئيون أن بإمكانهم أن يصبحوا أثرياء، بعد حياة تقشف وتزهد، امتدت منذ أيام أرسطو حتى الآن، وسارع في الوقت نفسه أصحاب رؤوس المال، الذين يتمتعون في ما يتعلق بمكامن الربح بحدث لا يخطئ، إلى الالتقاء بمنفذي التجارب الأولى في الهندسة الجينية لصياغة العقود، ولإبرام صفقات العمر، وبخاصة في الشاطئ الغربي من الولايات المتحدة. وسرعان ما تحولت الأبحاث في البيولوجيا الجزيئية إلى مشاريع تجارية business،

تكتب على الورق، وتطرح في سوق الأوراق المالية، فيغدوا المؤسسون فجأة من أصحاب الملايين. ولكن، ومن أجل ألا تكون خارج السرب، سارع معظم الجامعات إلى إنشاء مكاتب للقانون، تسجل من خلالها براءات الاختراع، أو تحفظ بوساطتها حقوق ملكية الاكتشاف. وفي خلال أقل من عشر سنوات - نهاية ثمانينيات القرن الماضي - قامت عشرات شركات التقانة الحيوية، ودخلت مفاهيم البحث العلمي مرحلة مخاض، خرجت منه بحلة جديدة مترفة، أغدقها عليها رأس المال، لتتكر بها ماضيها المتواضع، وتسن مزهوة بهذه الحالة الفخمة مفاهيم جديدة كليا، تركت لصاحب النعمة أمر تشريعها. إنه التحالف الخاسر للعلم مع سيده رأس المال. وبطبيعة الحال، اختلفت، مع قيام هذا التحالف، مصادر المعرفة عما كانت عليه تاريخيا، واختلف المفهوم الإنساني للبحث العلمي اختلافا جذريا. وكما يقال عامة، أتى هذا التحالف بلعبة جديدة كليا، ذات أصول وقواعد مبتكرة، لا عهد للباحث ولا للبحث العلمي بها، منذ فجر التاريخ حتى أيامنا هذه.

فمنذ أيام مدرسة أثينا حتى أواسط سبعينيات القرن الماضي، كانت هنالك أربعة مفاهيم رئيسة، أو تقاليد، تحكم تقدم المعرفة في العلوم عامة، وفي البيولوجيا - لارتباطها بصحة الإنسان - خاصة.

١ - إنسانية البحث العلمي بعدم صلته بنفع مادي شخصي. ففضول الباحث، وطموحه، وربما سعيه وراء الشهرة، هي العوامل التي، تدفع الباحث ليقوم بدراسته. وتحقيق الثروة لم يكن مطروحا أصلا، أو حتى لم يكن معروفا.

٢ - حرية انتقال المعرفة بين العلميين، ومنها نشأت حلقات البحث قديما، والندوات والمؤتمرات حديثا. وكلمة logy - اليونانية الأصل - التي تلحق بأسماء العلوم كافة، مثل بيولوجيا وكوسمولوجيا وجيولوجيا... اشتقت أصلا من logo، من logos اليونانية، وتعني كلمة وكلاما وحديثا، كما تعني خطابا، أو تعني سببا. فالمعرفة كانت تتولد وتتعمق من خلال الحديث والنقاش، الذي يدور بين ذوي الأمر. ولم تكن المعرفة أبدا أسيرة عقول الدارسين، مقصورة على من يمارسها فقط.

٣ - عدم وجود أي صلة بين رأس المال الربحي الخاص والبحث العلمي، ما عدا ما تقدمه الجامعات والمعاهد العلمية - غالبا - كمؤسسات حكومية، تمول من خزانة المال العام. ومن ثم لم تكن هنالك أي سلطة لهذا التمويل على نوعية البحث العلمي، وعلى توجيهه.

٤ - كانت الجامعات والمعاهد العلمية هي المصدر الوحيد للمعرفة. ولم تنشأ ما يعرف بـ«الشركات» العلمية إلا بعد أن نجحت أولى تجارب الهندسة الجينية في مطلع سبعينيات القرن الماضي (انظر أيضا المرجع ٢، ص ٣٢٢ و٣٢٣، وص ٤١٨ و٤١٩).

لقد ولَّدت تقانة DNA المأشوب؛ أي الهندسة الجينية، فلسفة جديدة لا عهد للبحث

العلمي بها. فالأبحاث تجرى لاكتشاف مركَّب أو مادة ما، يمكن تسجيلها ببراءة اختراع، وحفظ حق ملكية كل ما يحيط بهذا الاكتشاف، أو كل ما يمكن أن يتمخض عنه هذا الاكتشاف مستقبلا. فسجنت المعرفة بفريق علمي محدد. كما سُجن هذا الفريق في أضيق حيز علمي ممكن. وعليه ألا يناقش مع أقرانه - حتى في المختبر المجاور - أي شيء عن عمله. ويجب ألا يصرح في المؤتمر العلمي، أو أن ينشر في المجلات العلمية، أي شيء لم يسجل بعد ببراءة اختراع، أو بأي شيء يمس سرية البحث الذي يقوم به. فالنقاش في الممرات، أو في استراحة تناول القهوة، أو في أي مكان آخر، محظور عندما يرتبط ذلك بالبحث خوفا من تسرب الأفكار، و«سرقتها» من قبل الآخرين. «فثرثرة» الباحث في حفلات الاستقبال، التي تتم في أثناء المؤتمرات العلمية، خطرة لأنها قد تتسبب في «زلة لسان»، قد تكشف عن سر علمي خطير، كما حدث في حال استنساخ النعجة «دوللي». حيث التقط «كايث كامبل» Keith Campelle في استقبال لمؤتمر علمي، جرى في نيويورك، كيف أن الباحث «الثرثار»، نسي أن يغير وسط الزرع لخط خلوي، كان يدرسه، فجاعت الخلايا، وخرجت من الدورة الخلوية الانقسامية، ودخلت في الطور Go. وبناء على هذه المعلومات، تم استنساخ «دوللي». وتسببت هذه السرية، بطبيعة الحال، في الغيرة والحسد، والتسابق غير الموضوعي أحيانا. وترافق ذلك مع تجاوزات، أدت إلى رفع أوجه الخلاف إلى القضاء، كما حدث في ما يتعلق بحق ملكية التفاعل السلسلي للبوليميراز (PCR).

كما أن هذا التحالف غير المتكافئ لرأس المال مع العلم، انعكس على طبيعة الأبحاث. فبالتركيز على البحث التطبيقي كسبيل إلى براءة الاختراع - التي تجلب الثروة - أُهمل البحث في العلوم الأساسية، وتم نسيان المقولة: بحث اليوم تقانة الغد؛ أي أن الأبحاث في العلوم الأساسية هي عماد الأبحاث في العلوم التطبيقية والتقانية - كما حدث في اكتشاف الأضداد وحيدة النسيلة monoclonal analantibodies.

وتسبب هذا التحالف في تغيير مصادر المعرفة. فالشركات، بما تدفعه من رواتب شهرية مرتفعة نسبيا، وبما تمنحه للباحثين من ميزات لا تتوافر عادة في الجامعات، استقطبت نخبة معينة من الباحثين، وأصبحت مصدرا رئيسا للمعرفة العلمية. فإن لم تكن تبز الجامعات من حيث أهمية هذه المعرفة، فإنها، في أقل الحالات، موازية لها. لقد أدى ذلك إلى تغير جذري في الغاية الحقيقية من هذه المعرفة: إنها ظاهريا صحة الإنسان، والتخفيف من آلامه، وشفاؤه من أمراضه، وتحسين ظروف معيشته، أهداف معلنة ظاهريا، لكن يجب أن يأتي قبل ذلك تحقيق أرباح فاحشة من خلال جشع مادي مرضي. إذ كيف يموت الملايين سنويا في أفريقيا بسبب المجاعة ومتلازمة عوز المناعة المكتسب (الإيدز) (يقدر أن كل أفريقي من عشرة أفارقة في أفريقيا الجنوبية مصاب بهذا المرض)، وشركات إنتاج الأغذية من النباتات والحيوانات

المحورة جينيا، وشركات تصنيع الدواء الثلاثي الذي يقاوم فيروس عوز المناعة البشري (HIV)، لا تهب إلى نجدة هؤلاء التعساء؟! إننا نعتبر أن إخفاق المعالجة الجينية، بما تسبب من موت لعشرات المرضى، وبما أنفق على أبحاثها من مال وجهد، مثالا فاضحا على عدم إنسانية هذا التحالف غير المتكافئ بين العلم ورأس المال؛ مثال يُجسد أحد أوجه أزمة البيولوجيا المعاصرة(*).

(*) ربما يفهم بعض البيولوجيين أكثر من غيرهم أزمة البيولوجيا المعاصرة (المتمثلة بطغيان بعض النماذج العلمية -para digms، وخطأ بعض جوانب هذه النماذج. وذكرنا من بين هذه النماذج المندلية والداروينية، وأيضا طغيان رأس المال).

المراجع

1 Sipper, M. and Reggia, J. A. Sci. Am. 285 (2), 35 - 43 (Aug. 2001).
لقد تُرجمت هذه المقالة إلى العربية، ونُشرت في «مجلة العلوم» (الكويت)، المجلد ١٩، العدد ١، ص ١٠ – ١٨، يناير (٢٠٠٣).

2 رزق، هاني، «موجز تاريخ الكون، من الانفجار الأعظم إلى الاستنساخ البشري»، دار الفكر، دمشق (٢٠٠٣)، ص ٢٨٣ – ٢٩٠.

3 Berg. J. M. et al. "Biochemistry". Fifth edition, W. H. Freeman and Company, New York (2002) 3`.
Stryer, L. "Biochemistry", W. H. Freeman and Co., New York (1995).

4 Gibbs, W. Sci. Am. 289 (5), 26 - 33 (Nov. 2003).
لقد تُرجمت هذه المقالة إلى العربية، ونُشرت في «مجلة العلوم» (الكويت)، المجلد ٢٠، العددان ٢/٣، ص ٣٠ – ٣٧، فبراير – مارس (٢٠٠٤).

5 Gibbs, W. Sci. Am. 289 (5), 106 - 113 (Dec. 2003)
لقد تُرجمت هذه المقالة إلى العربية، ونُشرت في «مجلة العلوم» (الكويت)، المجلد ٢٠، العدد ٢/٣، ص ٣٨ – ٤٥، فبراير – مارس (٢٠٠٤).

6 Augui, S. et al. La Recherche 385, 34 - 41 (2005).

7 Postel - Vinay, O. La Recherche 385, 29 - 32 (2005).

8 رزق، هاني، مجلة «عالم الفكر»، المجلد ٢٩، العدد ٢، ص ٩٤ – ٩٩، وص ١٢٥، والأشكال ١ – ٥ التي تلي، أكتوبر/ديسمبر (٢٠٠٠).

9 Mattick, J. S. Sci. Am. 291 (4), 60 - 67 (Oct. 2004)

10 Stix, G. Sci. Am 291 (4), 98 - 101 (Oct. 2004).

11 Ast, G. Sci. Am 292 (4), 58 - 65 (Apr. 2005).

12 Lolle, S. et al. Nature 434, 505 - 507 (2005).

13 Minkel, J. R. Sci. Am. 292 (6), 20 - 21 (June 2005).

14 Klingler, C. La Recherche 386, 14 - 15 (2005).

15 Chaitin, G. La Recherche 370, 34 - 41 (2003)

16 Hawking, S. "A Brief History of Time", Bantam Books, London (1997), PP. 199 - 200.

17 (17) Neumann, Johann-John-, von, "The General and Logical Theory of Automata". in Johann von Neumann Collected Work, Macmillan, New York (1961 - 1963).

18 Anderson, W. F. Sci. Am 273 (3), 124 - 128 (Sep. 1995).

19 Anderson, W. F. Sci. Am. 288, 627 - 629 (2000).

20 Lander, E. S. and Weinberg. R. A. Science 287, 1777 - 1782 (2000).

21 Editorial, Nature 402, 107 (1999).

22 Barinaga, M. Science 287, 1584 - 1585 (2000).

23 Cavazana-Calvo, M.et al.Science 288, 969 - 972 (2000).

24 Lochouarn, M. la Recherche 359, 26 (2002).

25 Note, La Recherche 362, 20 (2003).

26 - Note, la Recherche 367, 24 (2003).

27 - Note, La Recherche 370, 26 (2003).

28 - Nowak, M. La Recherche 375, 25 (2004).

29 - Note, La Recherche 386, 24 (2005).

30 - Felgner, P. L. Sci. Am. 276 (6), 86 - 90 (June 1997).

لقد تُرجمت هذه المقالة إلى العربية، ونشرت في «مجلة العلوم» (الكويت)، المجلد ١٤، العدد ٤، ص ٥٢ - ٥٧، أبريل (١٩٩٨).

31 - Special Report, Gene Therapy, Sci. Am. 276 (6), 79 - 85 (June 1997).

لقد تُرجم هذا التقرير الخاص بالمعالجة الجينية إلى العربية، ونُشر في «مجلة العلوم» (الكويت)، المجلد ١٤، العدد ٤، ص ٤٣ - ٧١، أبريل (١٩٩٨)، ويضم المقالات التالية:

١ - «التغلب على عوائق المعالجة الجينية»، «T. فريمان».

٢ - إستراتيجيات لافيروسية للمعالجة بالجينات»، «L.P. فليجنر» (المرجع ٣٠).

٣ - «معالجة جينية للسرطان»، «M. بليز».

٤ - «المعالجة الجينية للجهاز العصبي»، «Y.D. هو وM.R. سابولسكي».

٥ - الاستنساخ والمعالجة الجينية، «S. ميرسكي، وJ. ريني».

32 - Therapy Génique, Dossier, La Recherche 315, 52 - 80 (1998).

33 - Christ, M. et al Immunology Letters 57, 19 - 25 (1997).

34 - Robbins, P. D. and Ghivizzani, S.C. Pharmaco. Ther 80, 35 - 47 (1998).

35 - Mountain, A. Tibtech 18, 119 - 128 (March 2000).

36 - Ezzell, C. Sci. Am. 285 (4), 35 - 41 (Oct. 2001).

37 - Vallet, T. et Ducommun, B. la Recherche 310, 32 - 36 (1998).

38 - De Lange, T. La Recherche 322, 58 - 60 (1990).

39 - De Lange, T. et DePinho, R. A. Science 283, 973 (1999).

40 - Chene, P. La Recherche 323, 46 - 50 (1990).

41 - Roth, O. B. and Gellert, M. Nature 404, 823 - 825 (2000).

42 - Ryan, K. M. et al. Nature 404, 892 - 897 (2000).

43 - Hebshi, L. et al. Biotech Lab. Internal. 4/2, 14 - 16 (1999).

44 - Beardsley, T. Sci. Am. 283 (3), 34 (march 2000).

45 - Chen, R. Z. Nature 395, 89 - 92 (1998).

46 - Szyf, M. La Recherche 324, 56 - 62 (1999).

47 - Straus, E. Science 283, 417 (1999).

48 - Solter, D. and Gearhart, J. Science 283, 1468 - 1470 (1999).

49 - Langer, R. and Vacanti, J. P. Sci. Am.281 (4), 63 - 65 (Apr. 1999).

50 - McDonald, J. W. et al > Nature Medicine 5, 1410 - 1413 (1999).

51 - Editorial, Biotech Lab. Internal. 5/6, 11 - 12 (2000).

52 Filchak, K. E. et al Nature 407, 739 - 742 (2002).
53 Farell B. D. Science 281, 555 - 559 (1998).
54 de Visser, J. A. G. M. et al. Science 283, 404 - 406 (1999).
55 Cooper, V. S. and Lenski, R. E. Nature 407, 736 - 739 (2000).
56 Green, E. et al. Nature 407, 1000 - 1003 (2000).
57 storz, G. Science 296, 1260 - 1263 (2002).
58 Felsenfeld, G. and Groudine, M. Nature 421, 448 - 453 (2003).

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

التدخل في الجينوم البشري في الشريعة والقانون

د. تمام اللودعمي (*)

تمهيد

إن ما أفرزته التكنولوجيا الحيوية من قضايا متعددة في الميدان الطبي البيولوجي، وخصوصا في ميدان الجينات والهندسة الوراثية، أدى إلى طرح إشكالات كبيرة، تثير اليوم الكثير من الجدل الشرعي والقانوني، فضلا عن الفلسفي والأخلاقي والاجتماعي؛ ولما كان التأثير بين التطور العلمي وحركة الحياة الاجتماعية تبادليا ومطردا.

الأمر الذي دعا إلى إيجاد تنظيم تشريعي يضبط هذا التأثير، بمقتضى ما ينبغي أن يتحقق من عدالة بين البشر، وفق ما يحتكم إليه كل مجتمع من مرجعيات دينية وقانونية، حيث دفعت النتائج المحققة والمحتملة في ميدان الهندسة الوراثية والتدخل في الجينات البشرية على جميع مستوياته، إلى إسراع الشرعيين والقانونيين على حد سواء إلى التصدي لهذه المستجدات من أجل تسطير قواعد يلزم أن يراعيها الباحثون والعاملون في هذا المجال، لكي لا يُترك التجريب والبحث العلميان في هذا الميدان في أيدي العلماء الاختصاصيين وحدهم.

وإذا كان البحث المبدئي لمشكلات التقنيات الطبية المذكورة قد يعطي انطباعا بأن أساليبها محرمة في الشرع لاصطدامها ببعض أصوله، فمن المحتمل أن يظهر بعد بحث متأن ومتعمق لمكنون هذه الأساليب وآثارها أن بعضها يحقق مصالح تمكن رعايتها، متى قُيِّد استخدامها بشروط تكفل عدم تعارضها مع النصوص قطعية الدلالة، وبالتالي فلا يجوز

(*) باحث من الأردن.

أن يفتى بحكم لهذه الاكتشافات قبل أن تستوعب مكنوناتها وآثارها، وليس هناك أسهل من القول بحرمة كل ما هو مستحدث لمجرد أنه يصطدم بنتاج فكرنا البشري التقليدي، لكن الصعوبة الحقيقية هي في الاستيعاب المدرك المتروي لمثل هذه الأعمال الجديدة، ثم عرضها على أصولنا الشرعية، لتستنبط لها الأحكام بما يناسب المصالح أو المفاسد المترتبة عليها، في حدود ما تسمح به النصوص قطعية الدلالة والمقاصد العامة للشرع. وأول خطوة في هذا العمل العلمي هي التعاون بين العلماء المتخصصين في علوم طب الجينات والبيولوجيا وعلوم الفقه والقانون لتبادل المعلومات وإجراء المناقشات، ذلك أن حكم الشيء - كما يقال - فرع تصوره، وبعد أن يستوعب الفقهاء أبعاد أعمال هذه التكنولوجيا الطبية يمكنهم الاجتهاد في استنباط حكمها بالطرق الشرعية المعتمدة [1].

وإن أساس الاجتهاد في حكم هذه المستحدثات الطبية يقتضي فهم النصوص القطعية، والتقيد به، وعدم التقيد المطلق بآراء الفقهاء القدامى، وإن كان علينا الاسترشاد بطريقة اجتهادهم، لكي نلتزم مثلهم بالقيود التي وضعتها الشريعة، لاستخراج الأحكام حتى لا يصدر الرأي عن الهوى، وليس معنى التشديد على ضرورة توفير مناخ الحرية والإبداع الفقهيين، أنه دعوة إلى تبني كل فكرة علمية اتخذت زخرفها في الظاهر، ولكن معناه تحريره من النزعة المحافظة التقليدية، التي تمنعنا من إبداع ما يلائم عصرنا من أحكام، والتي ينبغي ألا نتقيد في خصوصها، إلا بما ورد في ذلك المعين الذي لا ينضب ألا وهو القرآن والسنة.

وإن من أهم الصعوبات التي تواجه الفقهاء في استنباط الأحكام في هذا الميدان هي رد الجزئيات والفروع الفقهية إلى أصول عامة، وقواعد كلية تكون نبراسا لهم في الاهتداء إلى أحكام لها.

ومن ناحية أخرى، فإن تخلف نتاج الفقهاء عن مواجهة الوقائع الطارئة لا يرجع إلى عدم إحاطة الأصول الشرعية بهذه المستحدثات، وإنما يعود في الحقيقة إلى طائفتين من الأسباب. كما يقول الدكتور أحمد شرف الدين[2]: **الأولى** تتعلق بطريقة الفقيه، فهو في الغالب محافظ، ويميل بطبيعته إلى تقليد من سبقوه ممن لم يمتد بهم العمر، ليروا صراعات عصرنا وما بعد عصرنا، أما الطائفة **الثانية** فهي تتصل بالظروف الاجتماعية المحيطة بالفقيه، والتي تمنع إبداعه الذي يحتاج ليصبح يانعا إلى الوقت والجهد والأمان، مما قد لا تسمح به هذه الظروف.

ولقد ظهرت في العقدين أو الثلاثة الأخيرة دراسات عديدة قانونية وشرعية في مجال الطب الجيني والتدخل في الجينات البشرية، وعقد لأجلها العديد من المؤتمرات، فاتسمت هذه الدراسات بالعمق أحيانا وبالسطحية أحيانا أخرى، وقد توصلت بعض الدراسات إلى فتاوى جريئة اتسمت بالموضوعية والتأني، بينما كان البعض الآخر مجرد خروج عن ربقة

التفكير التقليدي بأي طريقة كانت، كما كان للفكر التقليدي، الذي يميل إلى منع معظم هذه الوسائل المستحدثة، حضوره في هذه الدراسات والندوات، فلوحظ بشكل عام اختلاف في الآراء بين القانونيين والشرعيين وداخل كل فريق على حدة، أما في الجانب القانوني، فيعود ذلك إلى الاختلاف في فلسفة التشريع، ومعايير الأخلاق والمصلحة بين القانونيين في الدول المختلفة، نظرا إلى كون القانون يعكس نظام القيم السائد في المجتمع[٣]، فالدول التي ترفع من شأن الحرية الفردية على حساب المعاني القيمية والعقدية تتساهل في إباحة التدخل في الجينات، للوصول إلى المصالح الفردية، على خلاف الدول التي تقيم اعتبارا لهذه المعاني[٤]؛ ثم إن العديد من الدراسات القانونية للجينات، خصوصا المتعلقة بقواعد الأحوال الشخصية وأحكام الأسرة كإثبات النسب، أو معرفة هوية المستنسخ تتكئ فيها على الجانب الشرعي، حيث يستمد القانون مادته منه، خصوصا في الدول العربية والإسلامية ضمن ما يسمى بقانون الأحوال الشخصية[٥].

المبحث الأول: مشروعية الأعمال الطبية وأحكام المساس بجسد الآدمي

تشمل كلمة التدخل في الجينوم البشري Human Genome جميع الأعمال المجراة على الجينات البشرية Human Genes من فحص جيني و هندسة وراثية وتشخيص وعلاج جيني Gene therapy واستنساخ Cloning وأعمال بحثية عليها وما إلى ذلك... وقبل الخوض في دراسة مشروعية كل واحد من هذه التدخلات على حدة، وحيث إن هذه التدخلات في معظمها أعمال طبية وجب معرفة مشروعية الأعمال الطبية بشكل عام، والتعرف على أحكام المساس بجسد الآدمي، وذلك لصلتهما المباشرة بمشروعية تلك الأعمال، حيث سيستفاد من ذلك في تقرير أحكام التدخل في الجينات البشرية.

المطلب الأول: حكم تعلم الطب وتعليمه وممارسته

اتفق جمهور الفقهاء على أن الطب تعليما وتعلما وممارسة من الواجب الكفائي [٦] الذي لا بد من قائم به، فإن لم يقم به البعض على وجه الكفاية أثمت الأمة بذلك، وأدلة ذلك في الكتاب والسنة كثيرة[٧].

ووجه فرضه أن حفظ النفس يعد من الضروريات الخمس التي رعى حفظها الشارع، وهو المقصد الثاني منها بعد حفظ الدين [٨]، فلما كان الطب تعلما وتعليما وممارسة أحد الحصون التي تحفظ هذه الضرورية، ولما كان للوسائل حكم الغايات وذلك طبقا لقاعدة «ما لا يتم الواجب إلا به فهو واجب» [٩] كان الطب من الفروض الكفائية.

ومن الجدير ذكره التنويه بأن الأعمال البحثية، وإنشاء مراكز الأبحاث الطبية تدخل ضمن الفرض الكفائي لتعلم الطب، بل هي الركيزة الأساسية في قضية تعلمه في هذا العصر.

المطلب الثاني: حكم التداوي (التطبب)[١٠]

ترددت مشروعية التداوي عند الفقهاء بين الوجوب والندب والإباحة والكراهة، والأدلة الواردة في ذلك دلالتها على الإباحة والندب أكثر منها على الوجوب، ويمكن أن نقتطف بعضا منها: ورد في سنن الترمذي «يا عباد الله تداووا»[١١]، وورد في الصحيحين «ما أنزل الله داء إلا أنزل له شفاء» [١٢]، وقوله : «لا بأس بالرقى ما لم يكن فيها شرك» [١٣].

أقوال العلماء في ذلك:

جمهور الفقهاء أن أدلة التداوي تشير إلى الإباحة والندب لا للوجوب[١٤]، جاء في المجموع للنووي «ويستحب التداوي»[١٥]، وجاء في كشاف القناع: «ولا يجب التداوي ولو ظن نفعه، لكن يجوز اتفاقا» [١٦]، وجاء في فتح الباري في شرح حديث المرأة التي تصرع فتتكشف: «دليل على جواز ترك التداوي» [١٧].

ولكن إذا ظن ظنا مقاربا لليقين أن المداواة ستؤدي للشفاء، عندها تتعين المداواة، وتصبح واجبة في حق المريض، أو وليه، وفي ذلك يقول الإمام البغوي: «إذا علم الشفاء في المداواة وجبت» [١٨]، ويقول ابن تيمية: «وقد يكون منه - أي التداوي - ما هو واجب وما يعلم أنه يحصل به بقاء النفس لا بغيره» [١٩].

وقد ورد عن بعض الحنابلة[٢٠] وبعض الشافعية، الجواز مع الكراهة جاء في المجموع: «وإن تركه [أي التداوي] كان أفضل» [٢١]. وسبب اتخاذهم ذلك ما ورد عن النبي « ... ويدخل الجنة من هؤلاء سبعون ألفا بغير حساب.. هم الذين لا يسترقون، ولا يتطيرون، ولا يكتوون، وعلى ربهم يتوكلون» [٢٢]، وقد صح عن بعض الصحابة والكثير من السلف ترك التداوي، وقد رد القرطبي الحديث بأنه قد يكون قصد نوعا من الكي بدليل أن النبي صلى الله عليه وسلم اكتوى [٢٣].

أما التطبب أو التداوي في القانون: فظاهر نصوص التشريعات تدل على الإباحة أكثر مما تدل على الوجوب، حيث استخدمت كلمة «الحق» التي تدل على الإباحة ولم تستخدم كلمة/يجب/ أو ما شابهها والتي تفيد الوجوب في معظم التشريعات، التي ترعى حق الجسد بالرعاية والحفظ، ومن ذلك عبارة «الحق في سلامة الجسم» نصت عليها معظم الاتفاقيات التي تتعلق بذلك الإعلان العالمي لحقوق الإنسان[٢٤]، والاتفاقية الأوروبية لحقوق الإنسان وحرياته الأساسية، وغيرها[٢٥].

إلا أن ذلك لا يمنع أن تنص بعض القوانين على وجوب بعض حالات التداوي والعلاج، حيث نصت بعض التشريعات الأوروبية على مساءلة الأبوين عن الإهمال الذي قد يكون سببا في ولادة طفل مريض أو مصاب[٢٦]. كما أجبرت الحوامل في العديد من دول أوروبا على فحص بيلة فينيل كيتون[٢٧]، وكذلك فرضت الولايات المتحدة فحوصا للأمراض التناسلية شرطا للزواج[٢٨]، أما في

البلدان العربية فقد فرضت المملكة العربية السعودية على الراغبين في الزواج فحص الجينات المسؤولة عن فقر الدم المنجلي، ومنعت الحاملين من الزواج[٢٩]، كما أعلن وزير الصحة الأردني فرض الفحص الوراثي قبل الزواج[٣٠] والذي يبدو أن التشريعات فرضت التداوي، أو الإجراءات التشخيصية للكشف عن الأمراض من منطلق الحد من الضرر العام في المجتمع، أكثر من كونه تقييدا للحرية الفردية في اختيار الإنسان للتداوي أو الامتناع عنه[٣١].

المطلب الثالث: شروط إباحة العمل الطبي

لا يحق للطبيب ممارسة المداواة والعلاج إلا إذا توافر لديه إذنان: إذن الشارع وإذن المريض[٣٢].

أ - **إذن الشارع**: كي يتحقق إذن الشارع يجب أن تتوافر في المعالج الشروط التالية[٣٣]:

١ - أن يكون الطبيب مؤهلا للمداواة مأذونا له من ولي الأمر، ممثلا بوزارة الصحة أو بأي هيئة حكومية أخرى، والأصل أن يكون الطبيب حاذقا في الطب متمكنا من صنعته وعلمه، كما نص على ذلك معظم الفقهاء [٣٤]، ودل عليه الحديث: «من تطبب ولم يعلم منه طب فهو ضامن» [٣٥]، ولكن لما لم يكن كشف هذا الأمر ممكنا جعلت الإجازات الطبية من الهيئات الطبية والجامعات علامة على ذلك [٣٦].

٢ - أن يكون ما سيقوم به الطبيب من مداواة وعلاج مباحا في وسيلته ونتيجته، فالعلاج بالمحرم، أو تغيير خلق الله، أو كشف العورات من غير ضرورة كل ذلك مما يُظن حرمته [٣٧].

٣ - أن يكون العمل الطبي موافقا لأصول المهنة، لا يخرج عن القواعد العلمية التي يتبعها أهل الصنعة في مهنة الطب؛ ورد في البحر الرائق «إلا إذا جاوز [أي الطبيب] المعتاد فيضمن» [٣٨]، وهذا الفعل غير المعتاد هو اختراق للأصول العلمية[٣٩]، ويقول الإمام الشافعي كما جاء في المهذب: «وقال في الأم: إذا ختن في شدة الحر أو البرد فتلف وجب على عاقلته الدية» [٤٠]، فالختن في شدة الحر أو البرد من مخالفات أصول المهنة.

٤ - أن يكون الباعث على عمل الطبيب هو علاج المريض، أو بصفة عامة رعاية مصلحة مشروعة، وهذا هو السبب الذي من أجله رخص له الشارع بممارسة عمله [٤١]، فإذا قصد الطبيب من علاجه ربحا أو شهرة أو غير ذلك فقد بذلك إذن الشارع[٤٢].

ب ـ **إذن المريض**: وهو صاحب الحق بالإذن للطبيب بالمعالجة والتداوي، لأنه هو الذي سيتحمل النتائج التي ستتبع ذلك العلاج، ولأن منافعه وأطرافه حق له[٤٣]، جاء في الدر المختار «سئل عمن فصد نائما، وتركه حتى مات من السيلان، قال يجب القصاص» [٤٤] كما جاء في المغني: «إذا ختن صبيا بغير إذن وليه... فسرت جنايته ضمن» [٤٥]، فشروط إباحة العمل الطبي تتحقق بتوافر إذن العلاج، وأصل هذا الإذن هو اجتماع حقين؛ حق لله عز وجل، وحق للعبد بتمليك الله له، فلا يصح العلاج إلا بحصول الإذن من كلا الحقين، فلو تخلف أحدهما لم يصح العلاج والتطبيب [٤٦].

ولا تختلف شروط إباحة العمل الطبي في القانون عنها في الشرع وتسمى بالمصطلح القانوني بذل العناية الصادقة (٤٧)، فيجب أن يكون الطبيب مؤهلا ومرخصا له بمزاولة المهنة، وأن يحصل على إذن المريض أو وليه بالعلاج، وأن يتبع أصول المهنة، وألا يقصد غير العلاج أو مصلحة مشروعة أثناء مزاولته للعمل الطبي(٤٨)؛ وقد دلت على ذلك قوانين مزاولة المهنة وقانون العقوبات (٤٩)، أما ما يتعلق بإباحة الفعل بالوسيلة والنتيجة، كمنع التداوي بالخمر أو منع كشف عورة المرأة إلا لضرورة، فهذا مما لم تتناوله القوانين الوضعية بمنع، فيعود إلى الإباحة الأصلية في القانون.

المطلب الرابع: أحكام المساس بجسد الآدمي

لقد كرمت الشريعة الإنسان، ورعت حرمة جسده بمنع الاعتداء عليه أو على أي جزء منه (٥٠)، وقد دل على ذلك الكثير من النصوص القرآنية والحديثية التي بلغت حد التواتر، ومن ذلك جميع الآيات والأحاديث التي حرمت القتل أو الاعتداء على ما دون النفس، و قد عد الأصوليون المحافظة على النفس أو أجزائها من الضروريات الخمس، بعد ضرورية الحفاظ على الدين، وكما أشير بأن المحافظة على جسد الآدمي يجتمع فيه حقان حق الله وحق العبد، فلا يجوز التعدي على هذا الجسم حتى من صاحب الجسد نفسه، لتعلق حق الله به (٥١).

ولما كان الطب إحدى الوسائل التي يتم بها الحفاظ على جسد الإنسان، فلذلك أبيح لأعمال الطب التدخل في جسد الآدمي مستبيحا حرمته، وذلك لضرورة المحافظة على هذا الجسد، حتى لو أدى ذلك إلى بتر أحد الأعضاء ما دام الهدف من ذلك المحافظة على باقي الجسد، ويخضع ذلك للشروط المذكورة في إذن الشارع وإذن المريض.

ويعد التدخل الجيني أحد أشكال المساس بجسد الآدمي، ويكون هذا التدخل استثناء من أصل هذه الحرمة، فكلما كانت الحاجة إلى التدخل أقل أهمية من اختراق هذه الحرمة كان الحكم المنع، والعكس يفيد الإباحة على الأقل.

وفي الجانب القانوني:

يكفل القانون كما الشريعة الحماية لجسم الإنسان من خلال مبدأ الحماية المطلقة للجسم، فلا يجوز المساس مطلقا بالجسم (٥٢)، إذ يجتمع فيه حقان حق الفرد وحق المجتمع، وهذه الحماية غير مقصورة على مواجهة الغير، وإنما تمتد إلى حماية الجسم ضد تصرفات الشخص نفسه (٥٣)، ويعد الحق في سلامة الجسم من أبرز الحقوق التي نص عليها الإعلان العالمي لحقوق الإنسان(٥٤)، وذلك في المادة الثالثة منه، وكذلك في المادة الثامنة من الاتفاقية الأوروبية لحقوق الإنسان وحرياته الأساسية، وكذلك في المادة السابعة عشرة من الاتفاقية الدولية للحقوق المدنية والسياسية، وقد أكدت ذلك جميع المعاهدات والاتفاقيات الدولية المتعلقة بذلك (٥٥).

أما عن حق الإنسان للتصرف في جسده، فقد اختلفت في تقعيده الدراسات القانونية التي تناولت ذلك، فبعضها عدته حقا يمكن تملكه له، وبالتالي إطلاق التصرف به، حيث لا يعتبر القانون الفرنسي الانتحار، أو الشروع به جريمة، وهذا ينافي النظر الشرعي في المسألة، والثاني عدته رخصة، له التصرف به بشروط وقيود [٥٦].

المبحث الثاني: أحكام الفحص الجيني

غالبا ما يكون الفحص الجيني مقدمة لمعظم التدخلات في الجينات البشرية مثل التدخل التشخيصي للكشف عن الأمراض الوراثية الموجودة والمتوقعة، وأعمال الكشف عن الصفات الوراثية المتوقعة في الخلايا الجنسية والجنين لغايات التحسين الوراثي للنسل [٥٧]، ومعرفة تركيب البصمة الوراثية لغايات إثبات الجرائم وإثبات النسب؛ فيأخذ الفحص الجيني حكم هذه التدخلات لكونه مقدمة لها؛ وأحيانا يكون الفحص الجيني غاية في ذاته، كالفحص الجيني لأجل إجراء العقود المدنية المختلفة، كعقد الزواج وعقد التأمين وعقد التوظيف، وكذلك في حالات الفحص التشخيصي على الجنين أو البيضة المخصبة، الذي يفيد في الكشف عن احتمال إصابة الجنين بأمراض وراثية، التي قد تحدو الأبوين إلى التخلص من الجنين.

المطلب الأول: الفحص الجيني لأجل إجراء العقود المدنية وعقد الزواج

جرت الكثير من القوانين في الدول العربية على اشتراط الفحص الطبي للطرفين من أجل إتمام الوثائق اللازمة لعقد الزواج، لكنهم تساهلوا فيه، فأصبح مجرد وثيقة روتينية، أو وثيقة لا تؤثر في الزواج [٥٨]؛ فقد تشترط المخطوبة أو أهلها على طالب الزواج منها إجراء الفحوص الجينية للكشف عن خريطته الوراثية التي تبين فيما إذا كانت جيناته تحوي أمراضا وراثية مصابا بها أو حاملا لها، قد ينقلها إلى أولاده من بعده، أو حاضنا لها في فترة تسبق فترة الإصابة التي قد تطول عدة سنوات قبل أن يصاب بها [٥٩]؛ لتقرر هذه المخطوبة بناء على نتيجة الفحص إجراء عقد الزواج أو الامتناع عنه، وقد يكون الطلب من الخاطب للمخطوبة، وكذلك بالطريقة نفسها قد تطلب الجهة الوظيفية أو شركة التأمين من طالب الوظيفة أو طالب عقد التأمين، معرفة خارطته الوراثية، فبناء على نتائج الفحص الجيني له ستحدد الشركة أو الدائرة إمكان إجراء التعاقد مع صاحب العقد أو الامتناع عن ذلك.

درس الفقهاء الشروط المرافقة للعقود المدنية، وسموا الشرط الزائد على العقد، الذي لم يأت نص بإباحته أو تحريمه شرطا جعليا، واختلفوا في قبوله على ثلاثة آراء:

أ - **الجمهور**[٦٠]: على أن الأصل عدم الأخذ بالشرط الزائد على العقد إلا إذا وافق مقتضى العقد، أو جاء في إباحة الأخذ به دليل خاص، لقوله صلى الله عليه وسلم: «ما كان من شرط ليس في كتاب الله فهو باطل» [٦١] ولقوله أيضا «لا يحل سلف وبيع ولا شرطان في بيع» [٦٢].

ب - **الحنابلة** (٦٣): الأصل الأخذ بالشروط الجعلية عندهم، إلا إذا خالفت مقتضى العقد، أو ورد في منعه دليل، ودليلهم مطلق قوله صلى الله عليه وسلم : «المسلمون على شروطهم» (٦٤)، وأن المصلحة التي أنزل الله بها شريعته لتحقيقها تقضي ذلك.

ج - **ابن حزم**: قال ببطلان الشرط الزائد على العقد وبطلان العقد معه، إلا بعض الشروط المنصوص عليها بالأحاديث الصريحة، منها شروط سبعة في البيوع (٦٥).

فإذا استبعدنا رأي ابن حزم، فعلى الرغم من وجود اختلاف بين الرأيين الآخرين، حيث يتضح أن رأي الحنابلة في المسألة أوسع من رأي الجمهور، لكن الضابط لصحة الشرط الجعلي هو موافقته لمقتضى العقد اتفاقا (٦٦).

بناء على ذلك يمكن عد شرط الفحص الجيني في الشرع لأجل إجراء العقود المدنية وعقود الزواج من الشروط الجعلية الزائدة على العقد، فهل اشتراطها مما يوافق مقتضى هذه العقود أم يخالفها؟

للإجابة عن ذلك يجب تتبع الأصول والقواعد العامة في الشرع، والأدلة وكلام الفقهاء فيما عدوه من الشروط الموافقة لمقتضى العقد أو المخالفة، وذلك يتعلق بكل عقد من هذه العقود:

أولا - عقد الزواج:

فقد دلت الأدلة العديدة على اختيار الأكفاء في عقد الزواج، ورد في الحديث: «تخيروا لنطفكم وانكحوا الأكفاء وأنكحوا إليهم» (٦٧)، وورد في الحديث المشهور: «تنكح المرأة لأربع لمالها ولحسبها وجمالها ولدينها..» (٦٨)، وقد تزوج عمر رضي الله عنه أم كلثوم بنت علي طلبا للنسب، كما عنونت كتب الفقه، وجوامع الأحاديث في أبواب النكاح بـ «الأكفاء» لحرصها على اعتبار هذا الأمر، إضافة إلى ذلك فقد عد الأصوليون والفقهاء المقصد الأول للنكاح هو التناسل (٦٩) يقول الشاطبي: «حكمة النكاح الأولى وهي التناسل»(٧٠)، والنسل القوي مقصود أيضا من اعتبار الكفاءة ومن مدح القوة في المسلم كما ورد في الحديث: «المؤمن القوي خير وأحب إلى الله من المؤمن الضعيف» (٧١)، فالفحص الوراثي إذا أثبت مرضا وراثيا دل على سقوط شرط الكفاءة، فضلا عن احتمال ظهور العيب في النسل القادم، ومن جهة أخرى فإن إظهار العيب في عقد الزواج رعاه الشارع وجعل وجود العيب غير المعلن عنه في أحد الزوجين سببا في طلب فسخ العقد مع ضمان كامل الحقوق (٧٢)، فقد روي أنه صلى الله عليه وسلم تزوج امرأة من بني غفار، فلما دخلت عليه رأى بكشحها وضحا (بياضا)، فردها إلى أهلها، وقال: دلستم علي (٧٣) وعلق الصنعاني على الحديث بقوله: «وهو دليل على الفسخ» (٧٤) وروي: «أن رجلا تزوج من امرأة، وهو عقيم، فقال له عمر: هل أعلمتها أنك عقيم؟ قال: لا، قال: فأعلمها ثم خيِّرها» (٧٥) فليس هناك من فرق في أن ينكشف مرضه باللجوء إلى الوسائل الطبية الحديثة المعروفة من تصوير وتحليل وغيره، وبين اللجوء إلى الفحص الجيني.

تأسيسا على ما سبق تتأكد موافقة شرط إجراء الفحص الجيني لإتمام عقد النكاح موافقته لمقتضى هذا العقد، وبالتالي إباحته [٧٦]، لكن ما الحكم لو أن الفحص الجيني أكد وجود مرض وراثي حاصل أو متوقع في أحد العروسين؟ أو أنه حامل له يؤكد الطب انتقاله إلى الأجيال التالية - وهذا بحسب القوانين الوراثية [٧٧]، وذلك بحسب انتقال المرض بصفة سائدة أو متنحية، وبحسب تعلقها بصبغي جسمي أو صبغي جنسي وباعتبارات أخرى يعرفها علماء الوراثة - وعلى الرغم من ذلك أصر على المضي في زواجه، فيمكن أن نميز هنا بين حالتين تختلفان باختلاف طبيعة المرض الوراثي:

أ - احتمال الانتقال إلى الأجيال الجديدة بنسبة عالية فيما لو تزوج كل منهما الآخر وتقل هذه النسبة كثيرا لو انفرد كل منهما بزواج من آخر، ففي هذه الحالة يندب ترك هذا الزواج، وقد يحرم الإقدام عليه إذا كان الظن مقاربا لليقين، كما خرجت مسألة وجوب التداوي عند الفقهاء، ونظرا للأدلة التي وردت في تشوف الشارع للنسل القوي، وخصوصا أن هناك لكل منهما طريقا آخر يستطيع من خلاله تكوين أسرة خالية من الأمراض، قال تعالى: ﴿**وَإِن يَتَفَرَّقَا يُغْنِ اللَّهُ كُلاًّ مِّن سَعَتِهِ**﴾(النساء/١٣٠).

ب - احتمال انتقال هذا المرض إلى الأبناء أو إلى الأجيال اللاحقة ضعيف، فهذا مما لا يخرج الزواج عن حيز الإباحة [٧٨]، فقد مر أن الأصل في التداوي الإباحة أو الندب بالاعتماد على أن العلاج ظني وليس بمقطوع، هذا إذا كان المرض حاصلا، فكيف إذا كان المرض لم يحصل بعد ويُشَك في حصوله.

ومن الجدير ذكره أن زواج الأقارب الذي اختلف في مشروعيته الفقهاء بين مانع ومبيح ومبيح بشروط، يعد من أهم الأنكحة التي ترتفع فيها نسبة انتقال الأمراض الوراثية، فالعائلات التي يشيع فيها عيب خلقي أو مرض وراثي ما، يكون انتقال هذا العيب أو المرض في زواج الأقارب إلى النسل اللاحق أكبر منه في زواج الأباعد حسب قوانين مندل [٧٩]؛ على أن هذا الأمر لا يجعل زواج الأقارب ممنوعا أو مكروها، بل ينطبق عليه ما مر في هذه الفقرة من ارتفاع أو انخفاض نسبة احتمال انتقال المرض الوراثي، إن وجد بعد إجراء الفحص الجيني، فيأخذ حكمه بالإباحة أو الكراهة أو التحريم، بناء على ذلك [٨٠]، أما منع زواج الأقارب على إطلاقه فليس بصحيح [٨١] وهو تحكم بلا دليل، والأحاديث التي وردت في النهي عن زواج الأقارب لم يصح منها شيء [٨٢] والنبي صلى الله عليه وسلم تزوج وزوج من قراباته، فتزوج من زينب بنت جحش وهي ابنة عمته، وزوّج فاطمة لابن عمه علي، وزوج أم كلثوم لابن عمه عتبة بن أبي لهب [٨٣]، ويؤكد ذلك قول عالم الوراثة كارل جورج [٨٤]: «إن زواج الأقارب في ذاته ليس عاملا على إضعاف النسل، بشرط أن تكون السلالة نفسها قوية وخالية من العيوب الوراثية، بل يفضل في هذه الحالة زواج الأقارب»، إلا أن انتشار مرض وراثي في عائلة ما،

يجعل من زواج الأقارب ممنوعا، بالاعتماد ليس على النصوص والأدلة، ولكن على الطب التجريبي، والاستناد إلى قواعد الشرع العامة، كقاعدة لا ضرر، وقاعدة درء المفاسد أولى من جلب المصالح (٨٥).

ج - احتمال انتقال المرض الوراثي كبير في كل الأحوال سواء تزوجا من بعضيهما، أو تفرقا وتزوج كل منهما من آخر، أو على الأقل هذا ينطبق على أحدهما، فهل يبقى هذا الإنسان من دون زواج، أم يباح له الزواج على الرغم من كون احتمال انتقال المرض الوراثي كبيرا؟

إن الإنجاب والتناسل أحد أهم مقاصد الزواج ولكنه ليس المقصد الوحيد بل هناك مقاصد أخرى لا تقل أهمية عن التناسل منها الاستمتاع والإعفاف والسكن والتمتع بمال الزوجة... يقول الشاطبي: «مثال ذلك النكاح، فإنه مشروع للتناسل على القصد الأول، ويليه طلب السكن والازدواج... والتحفظ من الوقوع في المحظور، من شهوة الفرج ونظر العين... وما أشبه ذلك، فجميع هذا مقصود للشارع من شرع النكاح» (٨٦)، تأسيسا على ذلك لا يحق لأحد منع هذا الإنسان الحامل للأمراض الوراثية من الإقدام على الزواج، لأن في منعه منعا لتلك المقاصد التي لا يجوز تعطيلها، فإذا كان الزواج حقا له، فالإنجاب حق له أيضا، لأن الوسائل لها حكم الغايات، يقول العز بن عبد السلام: «وللوسائل أحكام المقاصد، فالوسيلة إلى أفضل المقاصد هي أفضل الوسائل» (٨٧)، ولو منعنا إنجاب هؤلاء لما اختلفنا في ذلك عن غالنتون و هتلر، حيث عقم هذا الأخير المرضى و الضعفاء بالأشعة السينية كي لا ينجبوا، لأنهم في نظره لا يجوز في حقهم الإنجاب (٨٨)، ويندب لهذا الإنسان المريض الذي أبيح له الزواج عدم الإكثار من النسل، لعموم النصوص الواردة في طلب القوة في النسل السالفة الذكر.

وفي نهاية الكلام عن الفحص الجيني لأجل الزواج، يشار إلى أن بعض القوانين فرضت على الراغبين في الزواج هذا الشكل من الفحص، وذلك لتخفيض احتمالات الإصابة بالأمراض الوراثية في المجتمع، وقد منعت الزواج إذا ظهر عندهم ما يؤدي إلى حصول أمراض وراثية في النسل القادم (٨٩)، لكن هذا الأمر يخضع لإشكاليات عديدة منها:

١ - صعوبات تتعلق بطبيعة المرض الوراثي حيث تجاوز عدد الأمراض الوراثية سبعة آلاف مرض وراثي، تم اكتشاف أكثر من عشرة آلاف طفرة، مسببة لأكثر من ألف مرض وراثي، فكيف تمكن الإحاطة بهذا العدد من الطفرات والأمراض (٩٠).

٢ - الارتفاع الكبير لثمن الفحص الجيني، الذي قد يؤدي إلى إحجام الشباب عن الزواج (٩١).

٣ - الفحوصات ليست قطعية النتائج، فقد يتسبب المرض الوراثي الواحد عن طفرات في عشرات المورثات، الأمر الذي يفسر السير المتباين له، كما أن المرض قد يظهر بشدات

وبمظاهر مختلفة، لذلك من الصعوبة التنبؤ بشدة أو سير هذا المرض وكمثال على ذلك مرض التليف الكيسي المنتشر في أوروبا، وهو مرض وراثي متنح تقع المورثة المسببة له على الذراع الطويلة من الصبغي Chromosome رقم ٧ ويتسبب عن ستمائة طفرة في هذا الجين، وتتراوح أعراضه بين العقم أو الربو الخفيف إلى أعراض شديدة في الجهاز الهضمي والعصبي والبولي وغيرها [٩٢].

٤ - إفشاء سر المريض أو الحامل للمرض من قبل الجهة الفاحصة لأهل المخطوبة، واطلاع من لا يحق له الاطلاع على الوضع الجيني لهم، إضافة إلى تعدي هذا الأمر إلى أقرباء المريض من أصول وفروع وإخوة، الأمر الذي يوقع صاحب الفحص الجيني وأقرباءه في حرج اجتماعي شديد تنهى عنه القواعد الشرعية والقانونية [٩٣].

٥ - التعامل مع حامل المرض كالمريض، فيمنع من حقوقه في الزواج بسبب المورثة الطافرة التي جعلته يحمل المرض، وهي لا تؤثر في زواجه ما لم تحمل الزوجة المورثة نفسها، فيكون الفحص الجيني قد أجحف بحق هذا الإنسان، وجعله يتعامل معاملة المريض وهو ليس كذلك [٩٤]

تأسيسا على ما سبق، ونظرا إلى وجود هذه الإشكاليات التي تتنافى مع القواعد العامة في الشرع والقانون التي تحترم الحقوق والأسرار الشخصية للفرد، فإن فرض الفحص الجيني من قبل الدولة - على الرغم من فوائده الكبيرة في التقليل من الأمراض الوراثية في المجتمع - أمر غير مشروع [٩٥]، بينما يمكن أن يكون الأمر على شكل توجيه أو نصح للراغبين في الزواج، بإجراء هذا الفحص عن طريق تعريفهم على فوائده، عن طريق مؤسسات ولجان، تشرف على أعمالها المؤسسات الطبية والمدنية في الدولة [٩٦].

ثانيا: عقد التوظيف وعقد التأمين وما شابههما من العقود:

إن عقود التوظيف هي من العقود المباحة في الشرع ما لم يكتنفها محرم، أما عقد التأمين على الحياة فقلة من المعاصرين أباحوه [٩٧]، بينما منعه الأغلب [٩٨]، فهل يوافق هذا الشرط الذي تشترطه جهة التوظيف أو شركة التأمين مقتضى العقد الذي تبرمه مع طالب التوظيف أو التأمين، ليكون الشرط مباحا ويتعين على طالب التوظيف تحقيقه؟

إن التحقق من اقتضاء الشرط للعقد أو عدمه يرتبط بجملة من المصادر الفرعية والقواعد الأصولية كالمصالح المرسلة، وقاعدة تغليب المصلحة العامة على المصلحة الخاصة، ونظرية التعسف في استخدام الحق، وقاعدة تصرف الإمام على الرعية منوط بالمصلحة، كما يرتبط بطبيعة جهة التوظيف من حيث تأثيرها على القوى الاجتماعية، إضافة إلى طبيعة صفات طالب التوظيف، على ذلك يمكن التمييز بين حالتين:

أ - في حالة سواد العدل في الدولة وغياب تسلط المؤسسات على الأفراد، وحيث إن عقد التوظيف هو عقد إجارة مستوف شروطه، يقدم فيه الموظف المنفعة لقاء أجر محدد معلوم [٩٩]،

فهو من عقود المعاوضات الصحيحة في الشرع، و التي تقوم على أساس التراضي، ولما كان من حق جهة التوظيف أن تضمن حقوقها من خلال معرفة طبيعة هذا الإنسان الصحية، كي لا ترتبط معه بعقد طويل بالتزامات كبيرة، قد يؤثر في مصالحها بشكل كبير، إذا ما ظهر فيه مرض أعاقه في المستقبل القريب أو البعيد عن متابعة أعماله بشكل صحيح، طبقا لقاعدة لا ضرر ولا ضرار[١٠٠]، لا سيما أن الكشف عن المرض الوراثي بالتحليل الوراثي أو التنبؤ بحدوثه أصبح حقيقة طبية[١٠١]، كل ذلك يجعل من شرط الفحص الجيني لأجل التوظيف شرطا صحيحا يقتضيه العقد.

وأبعد من ذلك فقد تزيد الحاجة إلى هذا الفحص حتى يصل إلى مرحلة الندب أو الوجوب، في بعض المهن ذات الطبيعة الخاصة كالطيارين، والعاملين في مجال المواد الكيميائية والذرية والملوثات وما إلى ذلك، مما فصل فيه الطب بالحاجة إلى مستوى عال من الصحة، حيث سيعود بالضرر الكبير على العامل الذي لم يفصح عن مرض مصاب به أو حامل له [١٠٢].
ثم إن كل ما ذكر من إباحة هذا الشرط في هذه الحالة مقيد بأربعة قيود:

الأول: ألا يكون التحليل الوراثي لجميع أنواع الوظائف، وأن تتم دراسة قانونية وميدانية من قبل الدولة لتحديد نوع الوظائف التي تحتاج إلى مثل هذا الفحص.

الثاني: أن يبقى الفحص الوراثي سريا محفوظا في مختبرات طبية تشرف عليها جهة حكومية [١٠٣]، ولا يفصح عن كل المعلومات التي حصل عليها المختبر إلى الجهة الوظيفية، بل يقدم ما هو لازم وضروري، لكي تؤهل طالب العمل أو التأمين إلى القبول أو الرفض. فمثلا إن ظهر في متقدم مورثة مرض بداء هيتينغتون، وداء الناعور فليس من ضرورة أن يقدم الحالة التي تكشف عن كلا المرضين إذا علم أن الشركة ترفض طالب العمل بواحد منهما، إذ الضرورة تقدر بقدرها، والحاجة تنزل منزلة الضرورة [١٠٤].

الثالث: ألا يعامل حامل المرض معاملة المريض، إذ إن حامل المرض في الغالب إنسان يعيش طوال حياته سليما، وبعض الشركات قد تستغل ذلك، فتتعسف باستخدام حقها في المنع، بمجرد حمله للمرض، كما حدث في الولايات المتحدة في مشكلتهم مع السود [١٠٥].

الرابع: إن في هذا التحليل تعديا على حقوق الغير من أقرباء المتقدم، فكل من له علاقة قرابة - قريبة - بالمتقدم كالأب والأخ يجب أن يستأذن قبل الكشف عن هذا التحليل للشركة، لأن من حقه الاحتفاظ بخريطته الوراثية بما فيها من أمراض قيد السرية، وعدم كشفها لأحد، ويؤيد ذلك قاعدة «الاضطرار لا يبطل حق الغير»[١٠٦].

ب - أما في حال غياب العدل وسيطرة الشركات الكبرى على المجتمع والدولة، فيُشترَط على طالب العمل إجراء التحليل الوراثي تعسفا في انتقاء أعلى العينات من البشر، دون أن يكون له أدنى مؤثر في طبيعة العمل، الأمر الذي سيؤدي إلى انتشار البطالة [١٠٧]، فبالاعتماد

على قاعدة تغليب المصلحة العامة، التي هي مصلحة أفراد المجتمع الطالبين للعمل، على المصلحة الخاصة الممثلة في مصلحة الشركة، فإن الشرط الذي تطلبه الشركة من طالب التوظيف يعد في هذه الحالة تعسفا باستخدام الحق [١٠٨]، الأمر الذي ترفضه قواعد الشرع العامة، ويؤيد ذلك ما ورد عن النبي صلى الله عليه وسلم من حديث سمرة بن جندب: في الرجل الذي رخص له رسول الله صلى الله عليه وسلم بقلع نخله من بستان الأنصاري حيث كان له عذق نخل فيه، وكان يتضرر الأنصاري من دخول سمرة إلى بستانه، لوجود أهله في البستان، بقوله صلى الله عليه وسلم لسمرة: «أنت مضار»، وقوله صلى الله عليه وسلم للرجل: «اذهب فاقلع نخله، أي نخل سمرة » [١٠٩]. ولو لم توجد قوة تستطيع أن ترد، جشع هذه الشركات وتعسفها في استخدام حقها تتدخل الدولة لحماية حقوق أفرادها، حيث تصرف الإمام على الرعية منوط بالمصلحة [١١٠]، ويكون تدخلها من باب السياسة الشرعية.

أما عن الجانب القانوني:

فيتشدد النظر القانوني بالنسبة إلى النظر الشرعي الذي توصلت إليه الدراسة في مسألة الفحص لأجل العمل، فهو يرى المنع غالبا في المسألة، حيث رعت العديد من القوانين حق الفرد في المحافظة على سرية خارطته الوراثية، وإلغاء حق الشركات بطلب التحليل الوراثي لأجل التوظيف [١١١]؛ إذ تنص المادة الثامنة من الاتفاقية الأوروبية لحقوق الإنسان على حرمة الحياة الخاصة والأسرية لكل شخص [١١٢]، كما نصت اللجنة القومية للأخلاق بفرنسا على حظر مثل هذا التشخيص لهذه الأغراض، إلا إذا ارتضى الشخص ذلك بحرية تامة وتصريح خطي للطبيب الفاحص، على أن تكون هناك سرية مطلقة تحمي هذا الفحص، وسن عقوبات جزائية لإفشاء سر الخارطة [١١٣]، وكذلك نص القانون الفرنسي رقم ٩٤ - ٦٥٤ في المادة ٢٢ بمنع إجراءات الفحص الجيني إلا لغايات علاجية أو بحثية، وقد قضى بعقوبة الحبس لمدة سنة وغرامة مائة ألف فرنك عن واقعة تم فيها تحويل المعلومات الوراثية لشخص عن غرضها الطبي أو البحثي وفقا للمادة ٢٦/٢٢٦من قانون العقوبات لعام ١٩٩٤م، والتي تقضي بمنع تحويل المعلومات عن أغراضها الطبية والبحثية [١١٤]، كذلك فقد أوصى المجلس الأوروبي في توصية رقم ٩٢ - ٣ ، الخاصة بالفحص الجيني للغرض الطبي، وفي المبدأ الثامن منه بحظر هذه التقنية في مجال علاقات العمل [١١٥].

أما فيما يتعلق بشركات التأمين فإن القوانين اختلفت بين الحظر والإباحة [١١٦]، لكنها عموما تميل إلى التساهل معها في تحقيق هذا الشرط، خصوصا فيما يتعلق بالتأمين على الحياة باعتبارها شركات ربحية، تعتمد أرباحها على الإبقاء على الشخص حيا معافى، ومن المعروف أن شركات التأمين تطلب من طالبه (التأمين) التصريح بكل أنواع الأمراض المصاب بها، ويعد الإخلال بهذا التصريح سببا في إبطال هذا العقد، وعدم تأديتها لالتزاماتها تجاه المؤمن له حالة حدوث الواقعة المؤمن ضد حدوثها، بسبب ذلك، فقد نص القانون المصري المادة

٧٦٤ في الفقرة الثانية منه على مراعاة هذا الأمر، وحق شركة التأمين بالنكول أو التعويض لها، بما يتناسب وحجم التدليس الذي تم من قبل المؤمن له. بناء عليه يكون من حق شركة التأمين الاشتراط على طالب التأمين الفحص الوراثي، فقد يكون ظهور مرض وراثي سببا في الامتناع عن التعاقد معه، أو سببا في رفع أقساط التأمين [١١٧].

المطلب الثاني: الفحص الجيني للجنين للكشف عن الأمراض والتشوهات:

إن أصل الفحص التشخيصي الجيني للجنين أن يكون مقدمة لعلاج مرض ظهر على الجنين في أثناء الحمل، فيأخذ العلاج الجيني حكم علاج هذا المرض الذي تم التدخل التشخيصي لأجله، ولكن الفحص الجيني للبيضة المخصبة أو للجنين في أيامه الأولى قد يكون غاية في ذاته، للكشف عن مرض وراثي محتمل، من دون أن تظهر أي أعراض على الجنين، خصوصا إذا كان أحد الأبوين أو كلاهما مصابا بمرض وراثي، أو حاملا له، فإذا ظهر مرض وراثي ما، فإما أن يعالج إن أمكن وإما أن يتخلص من الجنين.

أ - مشروعية الفحص الجيني للجنين أو البويضة المخصبة:

من البدهي أن قواعد الشرع والقانون تبيح مثل هذا النوع من الفحص، أو تدعو إليه إذا كان في إجرائه إمكان التقليل من عدد المصابين بالأمراض الوراثية، وإباحته تتبع إباحة التداوي[١١٨]؛ إذ الفحص في هذه الحالة، على الرغم من أنه غاية في ذاته، ولم تظهر على الجنين أي أعراض، فإنه بالمحصلة يتبع حكم التداوي، لأنه مقدمة له غالبا، فيأخذ حكمه إذ التابع تابع[١١٩]، ومقدمة الواجب واجب، فتكون مقدمة المباح مباحا مثله [١٢٠] إلا أن قوانين بعض الدول قد تفرض على الحامل، إجراء هذا النوع من الفحص، كما تفرض عليها التخلص منه إذا ظهر فيه نوع معين من الأمراض الوراثية[١٢١]، وهذا قد يثير بعض الإشكالات منها:

١ - تقول دراسات عديدة إن الفحص الجيني على اختلاف أنواعه ومراحله، قد يسبب أذى أو تشوها في المولود[١٢٢].

٢ - يكرر ما قيل في الفحص قبل الزواج من أن بعض الأمراض الوراثية قد لا يفيد الفحص الجيني في معرفة المستوى الحقيقي له.

٣ - قد يرغب الأبوان في الاحتفاظ بالجنين مهما كان وضعه مع استعدادهما لتحمل أعباء خدمته وعلاجه.

٤ - مشروعية إسقاط هذا الجنين والاختلافات في مشروعية إسقاطه ضمن الشرع وفي القوانين المختلفة، تبعا للمراحل العمرية المختلفة.

وفي الواقع أن إشكال الإجبار على هذا الفحص قد نشأ من فكرة مدى تحمل الدولة لأعباء هذا المولود القادم، ففي الدول التي تكون هي المتحمل الأساسي للأعباء المادية التي سيورثها لها فور قدومه[١٢٣]، قد يباح لها سن مثل هذه القوانين، أما إذا كانت الأسرة هي المتحمل

الغالب، فهذا ما لا يبرر للدولة تقييد الحرية الشخصية بهذا الشكل، وهو ما عليه غالب نظام الأسر في المنطقة العربية والإسلامية، فعليه لا يجوز الإجبار على الفحص الجيني للحمل إلا في حالات خاصة كالحالات الوبائية[١٢٤].

أما في القانون، فإن بعض التشريعات الأوروبية نصت على مساءلة الأبوين عن الإهمال الذي قد يكون سببا في ولادة طفل مريض أو مصاب[١٢٥]، وقد فرضت الصين على الأم الإجهاض إذا ما اكتُشف مرض وراثي في الجنين، وقد ذكرت الدراسة أنه في أوروبا تجبر الحوامل على فحص بيلة فينيل كيتون وتجبر على الإسقاط إن وجدت عند الجنين [١٢٦]، كما فرضت الولايات المتحدة فحوصا للأمراض التناسلية كشرط للزواج [١٢٧]، وكذلك فرضت المملكة العربية السعودية على الراغبين في الزواج فحص الجينات المسؤولة عن فقر الدم المنجلي، ومنعت الحاملين من الزواج [١٢٨]، ومن ذلك أيضا ما أعلنه وزير الصحة الأردني من فرض الفحص الوراثي قبل الزواج كما مر [١٢٩].

ب - مشروعية إسقاط الجنين إذا أصيب بمرض وراثي خطير أو تشوه معتبر:

يملك الجنين بعض حقوق الشخصية الإنسانية، إذ عده الفقهاء مالكا لأهلية وجوب ناقصة ينبثق عنها ثبوت بعض الحقوق مثل حق الحياة، وحق النسب والإرث، و الوصية، وفقيرا عن حقوق الأداء أيا كانت [١٣٠]، كما أن الفقهاء اختلفوا في إسقاط الجنين السليم الخالي من الأمراض، بين مانع بإطلاق، ومبيح بإطلاق قبل نفخ الروح، ومبيح قبل تجاوز الأربعين يوما.

لذلك يجب التعرف على قول الشرع والقانون في مشروعية إسقاط الجنين مطلقا، ثم دراسة مشروعية ثبوت حق الجنين في الحياة، في مراحله المختلفة إذا أصيب بمرض وراثي خطير.

أولا: مشروعية إسقاط الجنين مطلقا

اتفق الفقهاء على منع إسقاط الجنين الخالي عن الضرورة أو المرض، وهو ما يسمى بالإجهاض الاجتماعي[١٣١]، وذلك بعد مرور أربعة أشهر من وقت العلوق، وهو الوقت الذي تنفخ فيه الروح، أما قبل هذه المدة، فقد اختلفت آراؤهم على أقوال، تدرجت بين الإباحة والكراهة والحرمة، وحتى ضمن المذهب الواحد؛ وبشكل عام كلما اقترب عمر الجنين من مرحلة نفخ الروح ازداد عدد المانعين للإسقاط وقل عدد المبيحين له، والعكس بالعكس، وقد كانوا بناء على ذلك على ثلاثة آراء[١٣٢]:

- **الأول**: المنع مطلقا وهو مذهب جمهور المالكية[١٣٣]، وابن حزم[١٣٤]، وصاحب الخانية من الحنفية[١٣٥]، والغزالي[١٣٦] من الشافعية، وابن الجوزي من الحنابلة [١٣٧].

- **الثاني**: المنع بعد الأربعين من عمر الجنين، وإباحة الإسقاط قبلها، مع الكراهة التنزيهية عند البعض وهو ظاهر كلام الشافعية[١٣٨]، ورأي جمهور الحنابلة[١٣٩]، والرأي الثاني عند الأحناف[١٤٠]، ورأي عند المالكية [١٤١].

- **الثالث**: إباحة الإسقاط قبل مضي أربعة أشهر من عمر الجنين، هو رأي جمهور الأحناف[١٤٢]، وبعض الحنابلة [١٤٣].

يمكن اختصار الأدلة في هذا الباب إلى ثلاثة أحاديث صحيحة:

الأول: عن ابن مسعود حدثنا رسوله الله قال: «إن أحدكم يجمع في بطن أمه أربعين يوما، ثم يكون علقة مثل ذلك، ثم يكون مضغة مثل ذلك، ثم يرسل الله ملكا فيؤمر بأربع كلمات فيكتب عمله وأجله ورزقه وشقي أو سعيد، ثم ينفخ فيه الروح»[١٤٤].

و **الحديث الثاني**: «إذا مر بالنطفة ثنتان وأربعون ليلة بعث الله إليها ملكا فصورها وخلق سمعها وبصرها وجلدها ولحمها وعظامها»[١٤٥].

والحديث الثالث عن أبي هريرة قال: «اقتتلت امرأتان من بني هذيل، فرمت إحداهن الأخرى بحجر، فطرحت جنينها فقضى فيه النبي بغرة عبد أو وليدة»[١٤٦].

وترجح الدراسة الرأي القائل بالمنع بمرور اثنين وأربعين يوما من وقت العلوق[١٤٧]، والإباحة قبل ذلك، وذلك بالاعتماد على الحديث الثالث المخصص بالحديث الثاني، والاستفادة من عموم الحديث الأول.

فالحديث الأول لا يشير إلى منع الإسقاط قبل مرور مائة وعشرين يوما من عمر الجنين، بل يبين أشكال المراحل التي يمر بها الجنين، ثم يشير إلى وقت نفخ الروح[١٤٨] وبالتالي منع الاعتداء عليه بعد ذلك، أما الحديث الثالث، فيوجب الغرة في الاعتداء على ما يسمى جنينا، بغض النظر عن عمر هذا الجنين[١٤٩]، والذي يكسب الجنين تسميته هو الحديث الثاني، حيث تتشكل أعضاؤه[١٥٠]، وهو ما يتوافق مع تعريف الشافعي للجنين حيث يقول: «وأقل ما يكون به السقط جنينا، فيه غرة أن يتبين من خلقه شيء... إصبع أو عين أو ظفر»[١٥١]، فيكون أي اعتداء على جنين تميزت أعضاؤه أدى إلى إسقاطه يوجب نصف عشر الدية بنص الحديث، وحيث فصل الشرع ووافقه الطب[١٥٢] أن تميز الأعضاء يحصل بمضي اثنين وأربعين يوما من عمر الجنين، فكان هو الحد الفاصل في إطلاق تسمية الجنين عليه، وبالتالي تحريم إسقاطه من أي شخص كان حتى لو كانا والديه، أما إسقاطه قبل هذه المرحلة، فليس في الأحاديث الثلاثة ما يشير إلى منع ذلك [١٥٣].

أما عن الموقف القانوني للإجهاض الطبيعي فقد تفاوتت التشريعات في حماية حق الجنين في الحياة وسلامة البدن، بين الاعتراف الكامل بهذا الحق منذ اللحظة الأولى للحمل[١٥٤]، وإنكار كامل له، ورأي وسط بين هذا وذاك، فقد أيد الاتجاه الأول ما أصدرته الجمعية البرلمانية الأوروبية من توصية برقم ١٩٧٩/٨٧٤م، يعترف بمقتضاها بحق الحياة لكل طفل منذ لحظة الحمل الأولى، إلا أن هذه التوصية لم تجد تطبيقا خاصا بأي تشريع أوروبي، وإن مرجع الأمر يعود إلى اختيار التشريع المحلي، كما يؤيد هذا الرأي ما أصدرته اللجنة الوطنية

لأخلاقيات علوم الحياة والصحة في فرنسا من أن الجنين يجب أن يعامل كشخص إنساني كامن يجب احترامه[١٥٥]، ويؤيد الرأي الثاني ما قررته اللجنة الأوروبية لحقوق الإنسان، حيث قررت أن كلمة شخص في المادة التي نصت على أن لكل شخص حقا في الحياة وسلامة البدن[١٥٦] لا تشمل الجنين الذي لم يولد بعد، وهذا ما استقر عليه رأي المحكمة الدستورية النمساوية والأمريكية، أما الحكومة الألمانية في تفسيرها للمادة ٢/٢٥ من القانون الأساسي التي تنص على أن لكل شخص الحق في الحياة، فقد امتد هذا الحق إلى الجنين الذي لم يولد بعد[١٥٧]. وممن يدخل تحت الرأي الثاني التشريعات التي أباحت الإجهاض مطلقا كالصين وهنغاريا وروسيا واليابان وبعض ولايات أمريكا[١٥٨]، وردوا ذلك إلى الحرية الشخصية للأم.

أما الرأي الوسط فيؤيده ما أوصت به الهيئة الطبية المنبثقة عن المركز القومي للصحة في الولايات المتحدة بمنع التجارب البحثية على الجنين عندما يبلغ عمره ثمانية عشر يوما، أما قبل ذلك فيجوز إجراء تجارب عليه وإجهاضه دون عقوبة، وهذا ما عليه غالب التشريعات القانونية وقد جعلها البعض ١٤ يوما [١٥٩].

ومنهم من أباح الإجهاض قبل الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل، ومنع فيما وراء ذلك، وإلى ذلك ذهبت العديد من التشريعات الغربية كالتشريع الفرنسي والألماني والنمساوي والسويدي [١٦٠].

أما التشريعات العربية عموما فتتجه إلى الرأي الأول، فقد ذهب القانونان الكويتي والمصري إلى منع الإسقاط منذ اللحظة الأولى من الحمل[١٦١]، وإلى قريب من ذلك ذهب التشريع السوري، حيث حمى حق الجنين في الحياة، ولم يفرق بين بداية الحمل ونهايته في ذلك، وسن العقوبات لحالات الإجهاض الاختياري من دون أن تكون هناك ضرورة علاجية تقتضي ذلك، فنصت المادة ٥٢٥ إلى ٥٣٢ من قانون العقوبات السوري على معاقبة كل من يروج لوسائل الإجهاض أو يسعى إلى تيسير استعمالها، وعلى معاقبة الطبيب الذي يجهض، والمرأة التي تجهض نفسها بعقوبات مختلفة، وعده جنحة قد ينقلب إلى جناية[١٦٢]، وكذلك المشرع المصري قرر ما يشبه ذلك في المادة ٢٦٠ إلى المادة ٢٦٤[١٦٣]؛ أما التشريع التونسي فقد أباح الإجهاض الطبيعي خلال الأشهر الثلاثة الأولى [١٦٤]، وأخيرا فإن القانون الإماراتي لم ينص نصا صريحا على حماية الجنين من أمه إذا أرادت أن تسقط جنينها، كما فعلت القوانين الأخرى [١٦٥].

نلاحظ أن القوانين التي تجيز الإجهاض مع اختلافهم في المدة، لا تعني بذلك أن ليس للجنين حق في الحياة لديها، وأن للأم الحق في التصرف فيه مطلقا، بل هذه التشريعات استهدفت التوفيق بين مصالح متزاحمة، ولا يمكن أن يستخلص منها مبدأ عاما [١٦٦].

ثانيا: مشروعية إسقاط الجنين المصاب بمرض وراثي:

إن الرأي القائل بإباحة الإسقاط قبل بلوغ أربعة أشهر أو قبل أربعين يوما من عمر الجنين جعل إسقاط الجنين لأغراض استشفائية ولحالات مرضية مكتشفة ميئوس من

علاجها أمرا مباحا، فليس لدراسة هذا الرأي من جدوى، لأن الأصل عندهم هو إباحة الإسقاط في المراحل المذكورة.

أما الرأي القائل بمنع الإسقاط مطلقا أو منعه في مراحل مختلفة، فمشروعية إسقاط الجنين لأسباب مرضية وراثية هنا، وإعمال الضرورة في ذلك يعود لضوابط عديدة، يمكن أن تنطلق من عدة أسس:

أولها: إن حياة النطفة والبويضة اللتين هما أصل الجنين غير محترمة، إذ إن مفهوم القتل لو طالهما لطال جميع أنوع الكائنات الدقيقة، ولكانت عملية قذف واحدة خارج الرحم ينتج عنها قتل مئات ملايين النطف، وهذا مما لا يمكن أن يعد قتلا اتفاقا، و**ثانيها**: اتفاق العلماء على حرمة الاعتداء على الجنين بعد نفخ الروح من أي شخص كان، و**ثالثها**: إن مناط مشروعية الإسقاط يرتبط بسلم المقاصد الشرعية المعروفة من ضروريات وحاجيات وتحسينات، وبموقع الإسقاط في الحالة المدروسة من هذه المقاصد، وبترجيح المصلحة العامة على المصلحة الخاصة و**رابعها**: إن مشروعية إسقاط أو استبقاء الحنين ترتبط بتحقيق توازن في مصالح ثلاث فئات هي الجنين نفسه، والأبوان، والمجتمع، وقد يتقدم واحد على آخر بحسب أحوال الجنين [١٦٧].

ونميز بين المرحلتين العمريتين للجنين:

١ - بعد نفخ الروح:

فالإسقاط بعد أربعة أشهر حرمه الفقهاء اتفاقا، وتقاس حياة الجنين في هذه المرحلة على حياة الإنسان المولود، وقد تكلمت الدراسة عن حرمة جسد الآدمي، ولا يخرج نطاق حرمة الجنين بعد نفخ الروح عن تلك الحرمة المذكورة، فما يبيح الاعتداء على حياة إنسان مولود حي يبيح الاعتداء على هذا الجنين، وقد خلصت الدراسة في أثناء تناول حرمة جسد الآدمي إلى أن حق الإنسان في الحياة هو حق لا ينازعه عليه أحد، ولا يحق لأحد الاعتداء عليه مهما كانت الظروف المرضية التي يعيش بها هذا الإنسان، وعليه تقاس حرمة الاعتداء على الجنين الذي أنهى الأشهر الأربعة لأي سبب كان[١٦٨]، ويدل على ذلك أن الاعتداء على الجنين المؤدي إلى إسقاطه يغرم المعتدي دية الجنين ومقدارها نصف عشر الدية، سواء أكان الاعتداء من الأم أو من شخص آخر بنص الحديث المذكور سابقا، أما إذا انفصل الجنين حيا، ثم مات وجبت له دية كاملة، بناء عليه أصبح واضحا أن حق الجنين في هذه المرحلة في الحياة مساو لحق الحياة لإنسان حي مولود لا يختلف عنه في شيء، وليس للضرورة من مرض وراثي وغيره أي أثر في الاعتداء على حياة الجنين في هذه المرحلة[١٦٩].

٢ - قبل نفخ الروح:

سبقت دراسة تفصيل اختلاف العلماء في إسقاط الجنين السليم قبل نفخ الروح، فإذا ما اكتشف مرض وراثي أو تشوه خلقي فيه، أمكن أن يكون ذلك مرجحا لآراء المبيحين لإسقاط الجنين المشوه قبل نفخ الروح[١٧٠]، وذلك للأسباب التالية:

١ - إن عموم النصوص تحض على طلب القوة، وإن في إجهاض الجنين المشوه في هذه المرحلة معنى من ذلك .

٢ - عدم اتفاق الفقهاء على منع الإجهاض قبل نفخ الروح أي قبل إتمام أربعة أشهر.

٣ - ينقل عن الأحناف إباحة الإسقاط في هذه المرحلة لأجل انقطاع حليب الأم عن ابنها الرضيع الذي ترضعه وهي حامل، وليس مع الأب ما يستطيع أن يستأجر له مرضعا جاء في الحاشية: «قال ابن وهبان ومن الأعذار أن ينقطع لبنها بعد ظهور الحمل، وليس لأبي الصبي ما يستأجر به الظئر ويخاف هلاكه»[١٧١]. ويبيح الدكتور البوطي الإسقاط إذا كان في استمراره حصول عاهة ظاهرة في جسد المرأة، قياسا على رأي الأحناف في المسألة؛ فإذا قسنا هذا الجواز على ما نحن فيه وجدنا إباحة الإسقاط أولى في هذه الحالة [١٧٢].

٤ - ذكر الأصوليون أن الإقدام على جلب المصالح صحيح على شرط التحفظ بحسب الاستطاعة من غير حرج، والمنع من إسقاطه يوقع الأبوين في الحرج وهما ساعيان لتحقيق مصلحة تحصيل الولد [١٧٣].

٥ - لا يعد الجنين قبل نفخ الروح إنسانا لأنه خال من الروح، وقد أشار إلى ذلك الكثير من الفقهاء - حتى الذين يرون حرمة الإسقاط من أول العلوق - فقد عدوه مادة مجردة خالية من معنى النفس البشرية، يقول صاحب بداية المجتهد: «واختلفوا في الخلقة التي توجب الغرة، والأجود أن يعتبر نفخ الروح فيه»[١٧٤] وجاء في المغني: «وقبل ذلك [أي قبل نفخ الروح] فلا يكون نسمة، فلا يصلى عليه كالجمادات والدم»[١٧٥]، وعند ابن حزم في إسقاط الجنين يقول: «لأن الجنين الذي لم ينفخ فيه الروح لم يقتل قط»[١٧٦]، وإن صح ذلك يكون التخلص منه بإرادة الأبوين عملا مباحا يحقق المصلحة للأبوين والمجتمع والجنين.

٦ - اعتمادا على توازن المصالح المذكورة الجنين، والأبوين، والمجتمع، نجد تحقق مصلحة الأخيرين، أما مصلحة الجنين فغير معتبرة هنا، لأنه ليس إنسانا ذا روح، والقتل يعبر عنه بإزهاق روح ولا روح هنا.

٧ - يمكن عد التخلص من الجنين المشوه أو المصاب بمرض وراثي خطير بالنسبة إلى تقسيم المقاصد عند الأصوليين في مرتبة التحسيني، وما دام هذا التحسيني لم يعارض بما هو أقوى منه من ضروري كقتل النفس أو حاجي، كإيقاع مشقة على المجتمع أو على الأبوين، فإباحته مقررة عند الأصوليين [١٧٧].

وإذا تقرر ذلك تكون هذه الإباحة للإجهاض مقيدة بشروط:

١ - أن يكون تشخيص الإصابة بالمرض الوراثي الخطير، أو التشوه الجنيني قطعيا، أما إذا كان هذا الأمر مظنونا أو موهوما، فلا قيمة لذلك[١٧٨].

٢ - أن يكون هذا المرض خطيرا أو كبيرا، بحيث يثبت الطب عدم إمكان شفائه ولدرجة تشق معه الحياة مشقة معتبرة شرعا، كالتناذرات التي تجتمع فيها جملة من الأمراض الخطيرة أو أن يكون التشوه خطيرا يجمع الأطباء على عدم إمكان تصحيحه، كأن يكون الجنين برأسين أو أن يكون من دون كبد أو من دون قلب، أما إذا أمكن علاجه، فلا يجوز الإسقاط (١٧٩).

٣ - أن تكون المنفعة المرجوة من إباحة الإسقاط أعظم أهمية من المصلحة المستفادة من منعه.

والحقيقة أن هذه الشروط الثلاثة تنطبق عليها شروط الضرورة التي تكلمت عنها كتب الأصول(١٨٠).

٤ - أن يكون تقدير عمر الجنين مبنيا على أسس علمية دقيقة، وإذا قرر الطب وجود نسبة خطأ في تقدير ذلك، فيجب أن تراعى هذه النسبة مهما عظمت، وتحذف من المائة والعشرين يوما المذكورة، وقد ذكر بعض الشافعية أنه يجب ترك هامش زمني مقداره أربعون يوما قبل نفخ الروح لا يجوز الإسقاط فيه بناء على ذلك (١٨١).

٥ - أن يكون ذلك بموافقة الزوج والزوجة، ولا يجوز بموافقة أحدهما، لأن فيه تضييعا لمصلحة الآخر(١٨٢).

وعلى الصعيد القانوني:

يعترف القانون للحمل ببعض الحقوق كما هو الشرع كالنسب والميراث والوصية، ويختلف الفقه القانوني في تأصيل هذه الحقوق، فيرى البعض أنها من قبيل الاستثناء من الأصل، بينما يرى آخرون أنها لا تثبت للجنين بل تتوقف على ميلاده، وهم في ذلك على رأيين: فشخصية الجنين محتملة معلقة على شرط واقف عند البعض هو ولادة الجنين حيا، وعلى شرط فاسخ عند البعض الآخر، وهو عدم ولادة الجنين حيا؛ ولاشك أن تعليقها على الشرط الفاسخ يثبت للجنين الحقوق الفورية، فيتأكد حقه في الحياة وسلامة الجسد، قبل ولادته حيا، وقد ذهب الاتجاه الحديث في الفقه القانوني الحديث إلى اعتماد الشرط الفاسخ(١٨٣)، وقد مر أن القانونيين لا يبيحون الاعتداء على الجنين بإجهاض أو غيره بعد اليوم الرابع عشر من عمره، فإذا علمنا أن القوانين تتشدد في عمر الجنين الممنوع إسقاطه أكثر من الشرع، فما هو موقف القانون من إسقاط جنين أصيب بمرض وراثي خطير لا يرجى البرء منه ؟

تتساهل القوانين في إباحة إسقاط الجنين الذي ثبت أنه مشوه أو مصاب بمرض وراثي أكثر من الشرع، من دون تمييز بين المراحل العمرية المختلفة للجنين؛ فقد أصدر المشرع الصيني قانونا في عام ١٩٨٧م يقضي بإباحة إسقاط الجنين المصاب بمرض وراثي(١٨٤)، كما أباح المشرع الفرنسي في المادة ١٢/١٦٢من قانون الصحة العامة، والمادة ٣١٧ من قانون العقوبات الإجهاض لإصابة الجنين بمرض وراثي خطير غير ممكن البرء منه، بغض النظر عن عمرالجنين، وإلى ذلك ذهب القانون الألماني(١٨٥)، أما القانون النمساوي، فقد حصر جواز

إسقاط الجنين المشوه في الأشهر الثلاثة الأولى، بينما جعلها القانون السويدي حتى الأسبوع الثامن عشر، أما القانون الأمريكي في معظم الولايات، فجعل ضابط ذلك هو جواز الإسقاط حتى الوقت الذي يخرج فيه الجنين حيا، ويعود تقدير ذلك إلى الأطباء [١٨٦]، والأبعد من ذلك أنه في القانون الفرنسي وكذلك الصيني، قد يتعرض الأبوان للمساءلة القانونية في إنجاب هذا الطفل المشوه كما مر، وقد لا يستغرب هذا الأمر؛ إذ إن الدولة غالبا هي التي ستتحمل أعباء هذا الطفل في المجتمعات الغربية مثل فرنسا، بينما في المجتمعات الإسلامية والعربية فالأسرة هي المسؤول الأول عن هذا الطفل، نتيجة استمرار روابط الأسرة في المجتمعات الشرقية، خلافا للمجتمعات الغربية [١٨٧].

أما في التشريعات العربية فلم تتناول بعمومها مشروعية إسقاط الجنين المشوه إلا في دولتين هما الكويت وتونس، حيث أباح القانون التونسي إسقاطه في المادة ٢١٤ فقرة ٤ من القانون الجزائي، بينما أباح ذلك القانون الكويتي بموجب قرار وزاري رقم ٥٥ سنة ١٩٨٤م [١٨٨].

أما التشريع المصري فقد حوى فراغا تشريعيا من هذه الناحية، ويمكن الاستفادة من المادة ٢٦٣ من قانون العقوبات التي تتشدد في عقوبة الطبيب إذا أجهض حاملا من دون عذر، ومن تفسير المادة ٦١ من القانون نفسه التي ترفع المسؤولية، عن الطبيب الذي أجهض حاملا لحالة ضرورة [١٨٩].

إلا أن الفقه المصري اختلف في المسألة كما أورد الدكتور القايد بين مبيح للإسقاط ومانع له، وقد رجح القايد جواز الإسقاط بشروط، معللا الأمر بالمصلحة الاجتماعية ومن هذه الشروط عدم تجاوز الحمل أربعة أشهر [١٩٠].

وفي ختام مبحث الفحص الجيني يشار إلى فرعية متممة للمبحث وهي:

- أثر علاقة الجينوم البشري مع بعض الصفات النفسية في مشروعية الأحكام المتعلقة بهذه الصفات :

تردد كلام من علماء الجينات بأن وجود أشكال من الصيغ الصبغية، أو وجود مورثات معينة أو غيابها أو حدوث طفرة فيها يورث سلوكات خاصة أو شاذة لدى الأشخاص الذين يحملون هذه الأنماط من الجينات أو الصيغ الصبغية، التي قد يكون لها ارتباط مباشر مع بعض الصفات النفسية والشخصية، فعلى سبيل المثال، الصيغة الصبغية xyy تنتشر بين نزلاء السجون الذكور بنسبة أكبر من انتشارها بين الرجال الأسوياء، كما ذكروا أن الإدمان على الخمر، والشذوذ الجنسي مسؤولة عنهما جينات معينة غير موجودة عند غيرهم [١٩١].

فإذا ثبت هذا الأمر فهل يمكن للنظر الشرعي والقانوني أن ينظر إلى هؤلاء الناس ومن شاكلهم على وجه التخفيف؟

فإنه لتقرير مشروعية تخفيف الأحكام بحق هؤلاء الناس أو إبقائها يجب النظر إلى الأمر من جهتين:

الأولى: معرفة مدى إثبات هذا التأثير، إذ إن علماء الجينات أنفسهم غير متفقين على صحة هذا التأثير، أما التربويون الذين ينظرون إلى البيئة على أنها المؤثر الأكبر في شخصية الإنسان(١٩٢) فالغالب عندهم الرفض لهذا التأثير الوراثي، فتأسيسا على ذلك لا يمكن مناقشة تخفيف العقوبات على هؤلاء الأشخاص، من دون أن يكون هذا الأمر ثابتا علميا، وحيث لم يثبت ذلك، فلا يكون له تأثير في مشروعية الأحكام المطبقة بحق الجناة والمجرمين وأصحاب السلوكات الشاذة(١٩٣).

الجهة الثانية: لو أن هذه الصيغة الصبغية، أثرت فعلا في سلوك هذا الشخص بالوراثة، حيث تغلبت في ذلك على عوامل البيئة، فكيف يكون الحكم إذن ؟

نستفيد في الوصول للحكم بما قعَّده الشاطبي في مسألة الصفات الجبلّية حيث قال: «والذي يظهر من أمر الحب والبغض والجبن والشجاعة والغضب والخوف ونحوها أنها داخلة على الإنسان اضطرارا، إما لأنها من أصل الخلقة، فلا يطلب إلا بتوابعها، فإن ما في فطرة الإنسان من الأوصاف يتبعها لا بد أفعال اكتسابية، فالطلب وارد على تلك الأفعال لا على ما نشأت عنه»(١٩٤)، ثم يقول: «ومن هذا الملمح فقه الأوصاف الباطنة كلها أو أكثرها، من الكبر والحسد وحب الدنيا والجاه، وما ينشأ عنها من آفات اللسان وما ذكره الغزالي في ربع المهلكات»(١٩٥)، فيقرر هنا أن ما ينتج عن هذه الأوصاف الجبلّية داخل تحت كسبه ويحاسب عليه الإنسان، فلو قسنا ذلك على صاحب الصيغة الصبغية xyy، واعتبرنا أن جرمه الذي ارتكبه ناتج من نتاجات صفة جبلية موجودة فيه، لكان التكليف يقع على الفعل - كما قعد لذلك الإمام الشاطبي - لا على الصفة الجبلية، ولتأكد لدينا ضرورة عقابه وعدم التخفيف لذلك، ومن جهة أخرى إن تخفيف العقوبة عليه قد يؤدي إلى زيادة الجرائم بذريعة أنه مجبول على الجريمة، ومما يؤكد كلام الشاطبي في المسألة أننا نرى إنسانا كريما أو إنسانا غضوبا كارها للناس، ونلاحظ أن هذا الأمر موجود في أبويهما كل على حدة، ولكن لا يجعلنا نحكم على الكريم بأن الكرم ليس منه، وهو ليس له أي فضل على الناس، وأن الغضوب الكاره للناس مبرر له، لأن والديه كانا على هذه الصفة، ومن هنا يتبين أن ما ذكر من وجود صيغ صبغية وطفرات وراثية قد تكون سببا لتخفيف الجرم عن بعض من سلك سلوكات شاذة، كلام غير مقبول في الميزان الشرعي أو القانوني.

المبحث الثالث: أحكام التدخل العلاجي والتحسيني في الجينات البشرية

يعبر عن مجموع المادة الوراثية في الخلية الجسمية الواحدة لجسم الإنسان بالجينوم البشري، وتعد جميع الأعمال من فحص وعلاج وغيرهما، التي تقتضي المساس بالجينوم، والتدخل فيه تدخلا في الجينات البشرية. وإن المبدأ العام للعلاج الجيني Gene therapy يعتمد على استخدام تقنيات الهندسة الوراثية، وذلك بنقل الجينات المسؤولة عن صفات معينة مرغوبة

في الخلايا الحاملة للصفة، إلى خلايا مستهدفة، أو بحذف جينات مسؤولة عن صفات غير مرغوبة أو مرضية باستخدام وسائل وتقنيات عملية دقيقة تتناسب مع المستوى الجزيئي الذي تجرى عليه التقنية [١٩٦].

وحيث إن طرق التدخل الجيني العلاجي أو التحسيني باستخدام وسائل الهندسة الوراثية، أو التكنولوجية الحيوية للطب الجيني لا يمكن حصرها، نظرا لأن التطبيقات تمثل وقائع غير متناهية، فإنها يمكن تأطيرها من حيث المادة التي تقع عليها، ومن حيث الأطر العامة لتقنية التدخل الجيني، وعليه يمكن حصرها بتطبيقها على نوعين من الخلايا: الخلايا التناسلية والخلايا الجسمية: بغض النظر عن الأنسجة التي تحملها هذه الخلايا [١٩٧].

١ - **تطبيقها على الخلايا التناسلية**: إن التطبيق على هذه الخلايا هو تطبيق على شخص لم يوجد ولم تستقر أو تتحدد صفاته الوراثية بعد، والتي يتوقع أن تكون مزيجا من صفات والديه، وبالتالي فإن التدخل العلاجي حينئذ يهدف إما إلى حذف صفة غير مرغوبة أو مرضية، وموجودة في خلايا والديه، وإما إلى إضافة صفة مطلوبة، غير موجودة بخلايا أي منهما، وتهدف تقنية التدخل إلى إيجادها بالجنين المستهدف [١٩٨]. ومن حيث الواقع العملي، فإن تطبيق التدخل الجيني على الخلايا التناسلية لم يصبح واقعا عمليا حتى الآن، ولكن يمكن دراسته على أنه أمر قد يصبح في ميدان التطبيق خلال فترة قريبة، خصوصا إذا علم أن تطبيقه على الحيوان قد قطع أشواطا [١٩٩].

والجدير بالذكر أن التدخل في البويضة المخصبة، أو في الجنين في أوائل حياتهما لهما الحكم نفسه للتدخل في الخلايا التناسلية من حيث كونه تدخلا في النسل اللاحق[٢٠٠]، وحصول التعديل في أصل النسل، أما عن حرمتها فتختلف قليلا عن حرمة الخلية التناسلية، حيث تأخذ نفس حرمة الجنين في أيامه الأولى والتي سبق الحديث عن حرمتهما.

٢ - **تطبيقها على الخلايا الجسمية**: إن هذا التدخل يقع على شخص موجود بالفعل تحددت واستقرت صفاته الخاصة به، سواء كان جنينا أو إنسانا مولودا، فتطبيق التدخل حينئذ يتجه إلى إضافة أو حذف صفات إلى ما هو موجود بالفعل، لغرض علاجي أو تحسيني، يهدف التكنيك إلى نزع جين مسؤول عن عرض مرضي أو صفة غير مرغوبة، أو إلى زرع جين أدى افتقاده إلى ظهور أعراض مرضية أو صفات غير مرغوبة[٢٠١]، وهو من حيث الواقع الميدان العملي الحقيقي الذي يمارسه أطباء الجينات منذ عدة عقود، وبه تم الشفاء من عشرات الأمراض الوراثية، ولقد تمت أول عملية علاج جيني ناجح في عام ١٩٩٠م لطفلة مصابة بأحد أنواع العجز المناعي، حيث تم استبدال المورثة السليمة بالمورثة الطافرة المسببة للمرض عن طريق تحميل المورثة السليمة ضمن فيروس، تم إدخاله داخل كريات بيضاء، فحلت محل المورثة المسببة للمرض، ثم تكاثرت الكريات البيضاء السليمة لتحل محل المريضة [٢٠٢].

المطلب الأول: مشروعية التدخل العلاجي والتحسيني الجيني في الخلايا الجنسية التناسلية (نطفة، بويضة):

لتحديد مشروعية التدخل الجيني في الخلايا التناسلية يجب معرفة مشروعية المساس بهذه الخلايا، و معرفة مدى الحرمة التي تتمتع به مقارنة مع حرمة الجنين وحرمة جسد الآدمي.

فالخلايا التناسلية قبل الإخصاب، لا تتمتع بأي قدر من الحرمة في حالة تجردها من أي اعتبارات أخرى غير طبيعتها (٢٠٣).

ودليل عدم حرمتها هو جواز العزل الذي دلت على إباحته أحاديث عديدة ثابتة في كتب الصحاح، منها ما روي عن جابر، أنه قال: «كنا نعزل على عهد النبي والقرآن ينزل»(٢٠٤) ومعروف أن في العزل إهدارا النطفة الرجل حينما يريقها خارج الفرج، ووجه الدلالة في ذلك أن العزل وإن جاز بقصد التحرز من حصول الولد، فإنه لم يرد ما يدل على وجود صيانة النطفة عن الإهدار عند اللجوء للعزل، فدل ذلك على عدم حرمتها، ولا شك أن بيضة المرأة تقاس في هذا الشأن على نطفة الرجل ما دامت لم تلقح (٢٠٥).

ومن نظر آخر فإن استخدام هذه الخلية المهدرة مقيد بأن يكون هذا الاستخدام مباحا، فلا يجوز استخدامها مثلا في تلقيح صناعي لغير الأزواج(٢٠٦)، كما أن هذا الإهدار هو حق لصاحبها فقط، فلو حصل طبيب على خلايا تناسلية لزوجين لا ينجبان بقصد إجراء تلقيح صناعي لهما، فلا يحق لهذا الطبيب إدخال عناصر أجنبية تلقيحية عليهما، كما لا يحق له إهدار هذه الخلايا إذ تكتسب في هذه الحالة حرمة(٢٠٧)، فقد يصاب صاحب النطفة بمرض يؤدي إلى استئصال خصيتيه، فيكون إهدار النطفة بالنسبة إليه أصعب من فقده عضوا من أعضائه، وقد ذكر الفقهاء مسألة لو جامع رجل زوجته، فساحقت أخرى، فحملت الأخرى لحق الولد بالزوج، أو بطريقة أخرى لو أنزل خارج الفرج بعد جماع أو مداعبة، فأخذت أخرى المني، وأدخلته في فرجها، فحملت منه لحقه الولد، إذ اعتبر ما آلت إليه النطفة رغم إهدار صاحبها لها، كما وصفوا ماء الرجل بأنه محترم إذا كان من نكاح، ويكون غير محترم إذا كان من سفاح(٢٠٨)، يفهم من هذا الكلام أن عدم حرمتها لا يمنع من جريان أحكام أخرى ليس لها ارتباط بجواز إهدارها، فعدم جواز تلقيحها على وجه غير مشروع ينبع من تبعيتها للأبضاع، فمعروف أن الأصل في الأبضاع التحريم (٢٠٩)، وإن النسل من نتاج الأبضاع، ولما كان المسؤول الأساسي عن إنتاج النسل هو الخلايا التناسلية، فهي تابعة للأبضاع، والقاعدة الفقهية تقول التابع تابع(٢١٠)، فأخذت الخلايا التناسلية من هذا النظر حكم الأبضاع بتحريم المساس بها لهذه الغاية(٢١١).

فالأمر الذي قيد استخدامها بما هو مباح رغم أنها مهدرة يمكن أن يقيد التدخل العلاجي أو التحسيني فيها مادامت ستلقح وتنتج إنسانا، لكن ذلك يتبع أمورا عدة: منها طبية عملية: تتعلق بماهية التدخل، و حجم الضرر المتوقع في ذلك، وخصوصية كل حالة على حدة، ومنها تأصيلية

شرعية: كاعتبار موقع هذا التدخل من مقصد الشارع، واعتبار مآلات الأمور، و الاستفادة من فحوى النصوص في إباحة ذلك أو منعه، وترجيح المصالح المرسلة المعتبرة في ذلك.

أولا : التدخل الجيني العلاجي في الخلايا التناسلية :

الأصل في التداوي الإباحة أو الندب كما مر سابقا، إلا أن العلاج الجيني في الخلايا التناسلية له خصوصية تنبع من كونها أصل منشأ الإنسان، الأمر الذي يجعلنا ننظر في مشروعيته من ناحيتين:

الناحية الأولى: مدى محافظة هذا التدخل العلاجي الجيني على الأنساب ومنع اختلاطها: إذ إن المحافظة على الأنساب إحدى الضروريات الخمس التي اعتبرها الشارع، ودلت على اعتبارها نصوص كثيرة من أهمها تلك التي حرمت الزنا، و أوجبت إقامة الحد على الزاني، فكل ما يؤدي إلى إدخال في نسل الإنسان ما ليس منه فهو ممنوع شرعا وقانونا، فإذا كان التدخل العلاجي في الجينات البشرية للخلايا التناسلية يقوم على إدخال جين أو مورثة خارجية - بغض النظر عن مصدرها - تكسب الإنسان المتولد من هذه الأعراس صفات ليست موجودة في أبويه دلّ ذلك على مشاركة مخلوق آخر غير الأبوين في عملية التناسل، وهذا عين ما يعنيه اختلاط الأنساب، فهو محرم وممنوع منعا باتا، لا يمكن أن يقبل بأي ميزان شرعي أو قانوني [٢١٢].

أما إذا كان هذا التدخل العلاجي لا يقوم على إدخال أو إقحام عناصر أجنبية - وواقع العلاج الجيني غالبا على خلافه - كأن يكون العلاج بتحفيز عمل بعض الجينات الخاملة عن طريق مثيرات معينة تؤدي إلى إكساب المولود القادم من هذه الأعراس صفات مرغوبة، أو التخلص من مرض معين، أو أن يكون الجين المقحم هو من أحد الزوجين[٢١٣]، فهذا العلاج لا يؤدي إلى خلط الأنساب فيبقى العلاج على أصل مشروعيته بالإباحة أو الندب، ما لم تعتريه اعتبارات أخرى؛ ولما كان أطباء الجينات يقولون إن الغالب عدم خلو العلاج الجيني للخلايا التناسلية من إقحام عناصر أجنبية فيه تؤدي إلى اختلاط في الأنساب دل ذلك على حرمة هذا العلاج حرمة قطعية من هذا الاعتبار.

الناحية الثانية: نسبة احتمال نشوء مرض وراثي معتبر أو تشوه ملحوظ:

الأصل في التداوي أن يكون مقرونا بالسلامة، فإذا أثبت الطب أن مسلكا ما من مسالك التداوي يفضي إلى ضرر بالمريض أكبر من الغاية الاستشفائية التي ترجى منه حرم على الطبيب أن يسلك هذه الطريقة من التداوي، فقد نص الفقهاء على أن التداوي بما هو موهوم النتيجة غير جائز، لأنه يعد في هذه الحال نوعا من العبث الذي لا يقره العقلاء[٢١٤]، فكيف إذا كان من وراء هذا التداوي ضرر. فبناء على ما مر وباعتبار المآل، فإن التشويه الذي قد يعتري هذا الجنين أو يعتري هذا المولود المنتظر له حرمة من حرمة جسد الآدمي، فإن تعرض جسد

الآدمي المنتظر إلى الأذى أو التشويه يكتسب نفس حرمة جسد الآدمي من اعتبار المآل، فالعبث في النطفة والبويضة الذي يؤدي إلى خلق إنسان مشوه محرم بحرمة جسد الآدمي، ولا يختلف هذا الحكم بانخفاض أو ارتفاع احتمال حدوث هذا التشويه، إلا إذا وصل إلى درجة الندرة، حيث للنادر حكم العدم[٢١٥].

وتأسيسا على ما سبق وطبقا لقاعدة «لا ضرر ولا ضرار» فإنه يحرم التدخل العلاجي في الجينات البشرية في هذه الحالة، أما إذا فصل الطب نتيجة تراكم الخبرات أن احتمال إحداث ضرر في الجنين نتيجة التدخل العلاجي الجيني في الخلايا التناسلية نادر أو معدوم، أو كان هذا الضرر أو التشويه طفيفا، كأن يأتي مولود بإصبع سادسة في الكف أو سن زائد في الفم، فهذا ما يبقي الأمر على أصل الإباحة كما مر في بحث التداوي، ما لم يحد من مشروعيته أمر آخر.

وتجدر الإشارة إلى أنه يكفي أن يتوافر أحد هذه الموانع المذكورة حتى تمنع العلاج الجيني، فظن اختلاط الأنساب يكفي لتحريم العلاج الجيني في الخلايا التناسلية، من دون الحاجة إلى إثبات احتمال حصول تشوه نتيجة العلاج.

وقد يكون الواقع العملي الطبي خاليا من هذه المحددات الدقيقة التي تضعها التشريعات والقوانين، فكيف يكون الحكم عندها؟ فإذا ما قرر الطب عدم إمكان تحديد نسبة التشوه نتيجة هذا النوع من العلاج، وعدم تيقنه من عدم حدوث اختلاط في الأنساب، عندها تتقرر حرمة التدخل العلاجي في الخلايا التناسلية والبويضات المخصبة والجنين في أيامه الأولى[٢١٦]، وذلك سدا للذريعة، التي قد تفضي إلى اختلاط الأنساب، وطبقا لقاعدة إذا اجتمع الحلال والحرام غلب الحرام[٢١٧]، وقاعدة درء المفاسد أولى من جلب المصالح، وحيث كان التداوي موهوم النتيجة ممنوعا، كان العلاج في هذه الحالة ممنوعا من باب أولى.

أما عن الموقف القانوني:

فذكر كتاب «مستقبلنا الوراثي» أن هناك إجماعا بأن التدخل العلاجي الجيني في الخلايا الجرثومية أمر مرفوض[٢١٨]، فقد نصت المادة ١٣ من اتفاقية مجلس أوروبا حول حقوق الإنسان والطب الحيوي على أنه «لا يجوز إجراء أي تدخل يهدف إلى تعديل الخلقة البشرية، إلا لأسباب وقائية أو تشخيصية أو علاجية، وفقط عندما لا يهدف إلى إدخال تعديل في خلقة النسب [٢١٩].

تضمنت لائحة المملكة المتحدة للإخصاب وعلم الأجنة الصادر في ١٩٩٠م المنع الصارم لأي تحوير في خط الخلايا التناسلية في البشر، وأقرته أيضا لجنة أخلاقيات العلاج الجيني التابعة لوزاة الصحة البريطانية سنة ١٩٩٢م [٢٢٠].

بينما يستفاد من موقف القانون الإسباني لسنة ١٩٨٨ الخاص باستعمال الذمة الجينية، والقانون السويسري الصادر في أكتوبر ١٩٩٠م، بشأن طب الإنجاب، والقانون الفرنسي ١٩٤٤،

الخاص باحترام الجسم البشري، إمكان السماح بعلاج الخلايا التناسلية في حال مواجهة أمراض وراثية خطيرة وتوافر المبررات القوية لذلك (٢٢١).

كما أن بعض الأبحاث القانونية العربية رأت السماح بالتدخل العلاجي في البيضة المخصبة لأغراض علاجية (٢٢٢).

وخلاصة القول في تطبيق التدخل العلاجي على هذه الخلايا:

الأصل في التدخل العلاجي في الجينات البشرية للخلايا التناسلية الإباحة، وذلك من إباحة أصل التداوي، ولكن لما كان احتمال حصول اختلاط في الأنساب وتشوهات جنينية معتبرة كبيرا، جعلت هذا التدخل محرما ، وإذا تطور الطب واستطاع أن يتخلص من لزومهما له عاد الحكم إلى أصل الإباحة.

ثانياً: التدخل التحسيني الجيني في الخلايا التناسلية (بويضة، نطفة):

أ - التأصيل الشرعي والقانوني للتحسين الوراثي :(Human genetic enhancement)

الحُسن لغة الجمال، ووجه محسّن أي حسَن، والتحسين مصدر الفعل حسّن وهو التزيين، ويحسِن الشيء أي يعمله، ويستحسن الشيء يعده حسنا (٢٢٣).

إن فكرة التحسين الخلقي للكائن البشري قد عرفتها المجتمعات والشعوب منذ القدم، وقد مارست هذا التحسين النساء أكثر من الرجال عن طريق العبث بأجسادهن للزينة، بما يتناسب والذوق الخاص بهذا المجتمع، لكن قادة بعض الأمم مارسوا هذا التحسين بطرائق لا إنسانية، كان آخرها أفكار جالنتون، وأعمال هتلر، حيث قام هذا الأخير بتعقيم الرجال الضعفاء أو غير الأكفاء وقتل ذوي العاهات(٢٢٤)؛ وإن حرمة مثل هذه الأعمال التحسينية تتفق عليها الشرائع والقوانين، وهي لا تحتاج إلى مناقشة أو أدلة.

يمكن تناول التحسين الوراثي في الشرع والقانون من باب التحسين التزييني بكل أشكاله، التي تناولتها كتب الفقه القديمة والحديثة، ابتداء بالوصل والنمص والتفليج والتوشير كلها للحسن والتي وردت في تحريمها نصوص صريحة، واختلف في تحريمها الفقهاء، وانتهاء بأعمال جراحة التجميل المعروفة حديثا، والتي تناولتها ندوات ومؤتمرات فقهية عديدة(٢٢٥)، كما تناولها باحثون معاصرون بدراسات عديدة ظهرت فيها اختلافات واضحة في آرائهم(٢٢٦)؛ فيتفق التحسين الوراثي مع المفهوم التزييني الذي تناولته هذه النصوص من حيث العموم، مع الإشارة إلى أن أعمال التحسين الوراثي، قد يكون لها بعض الخصوصية إذ تتم غالبا على الجنين في مراحله الأولى، أو قبل التلقيح، فهي تدخل على أصل الإنسان ومنشئه خلافا للأعمال التزيينية المذكوة، كما أن الأصل في الخلايا التناسلية الإهدار، والأصل في الجسم البشري الحرمة.

فلمعرفة مشروعية عملية التدخل الانتقائي في جينات الخلايا التناسلية لأِجل التحسين الوراثي، يمكن الاستفادة من خمسة محاور تأصيلية رئيسة:

المحور الأول: تناول النصوص التي يمكن أن يستفاد منها للدلالة على مشروعية هذا التدخل، سواء بمنطوقها أو بفحواها أو بالقياس عليها، والتي يمكن أن تندرج هذه المفردة من مفردات التحسين الوراثي تحتها، فمن تلك النصوص:

- جميع النصوص التي تشير إلى طلب القوة في المؤمن، إذ التدخل التحسيني المذكور هو طلب صفات عالية في الكائن البشري المراد إنجابه، ومن هذه النصوص قوله: «المؤمن القوي خير وأحب إلى الله من المؤمن الضعيف»[٢٢٧].

- جميع النصوص التي تحض على طلب النسل الجيد بحسن اختيار الزوجة، وقد ورد في ذلك نصوص كثيرة منها: قوله «تخيروا لنطفكم وانكحوا الأكفاء وأنكحوا إليهم»[٢٢٨] وفي رواية «ولا تضعوها إلا في الأكفاء»[٢٢٩]. ولما كان اختيار الزوجة مظنة لتحسين النسل، فكل ما أدى مؤداه له حكمه في الجملة.

- النصوص التي تمنع الضرر أو ترفعه، منها قول: «لا ضرر ولا ضرار»[٢٣٠]، فالتدخل التحسيني في جينات الخلايا التناسلية تعرض عادة الجنين الناتج من تلقيحها لخطورة التشوه، أو الإصابة بمرض وراثي، ولما كان درء المفاسد مقدما على جلب المصالح كان التدخل الجيني محرما من هذا النظر.

- جميع النصوص التي تنص على تحريم تغيير خلق الله منها: قوله تعالى: ﴿وَلَأُضِلَّنَّهُمْ وَلَأُمَنِّيَنَّهُمْ وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُبَتِّكُنَّ آذَانَ الْأَنْعَامِ وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ اللَّهِ وَمَن يَتَّخِذِ الشَّيْطَانَ وَلِيًّا مِّن دُونِ اللَّهِ فَقَدْ خَسِرَ خُسْرَانًا مُّبِينًا﴾ النساء/ ١١٩، ومن السنة قوله من رواية ابن مسعود «لعن الله الواشمات[٢٣١] والمتنمصات [٢٣٢] والمتفلجات[٢٣٣] للحسن المغيرات خلق الله...»[٢٣٤] وقوله: «من حديث أسماء بنت أبي بكر: «لعن الله الواصلة[٢٣٥] والمستوصلة [٢٣٦]»، والأحاديث المشابهة التي تحمل المعنى نفسه في كتب الصحاح كثيرة، ومثل هذه النصوص حجة بمنطوقها للقائلين بمنع كل العمليات التزيينية المذكورة.

فالتدخل الانتقائي لأجل التحسين الوراثي المذكور تنطبق عليه الأدلة المذكورة التي تنكر بمنطوقها تغيير خلق الله، لأن التدخل التحسيني في الجينات البشرية من إدخال جينة ما أو انتقاء جينة ما، هو من قبيل تغيير خلق الله الذي حرمته ظواهر النصوص، وإن جمهور المفسرين»[٢٣٧] قالوا: إن علة التحريم في الآية: ﴿وَلَأُضِلَّنَّهُمْ... وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ اللَّهِ﴾النساء/ ١١٩ . أحد أمرين إما تغيير خلق الله بالمعنى الحسي، فقالوا: هو الإخصاء أو الوشم أو مطلق التغيير الجسمي، والأمر الثاني التغيير المعنوي نقله الطبري وابن كثير والقرطبي في تفسيرهم عن جماعة منهم ابن عباس أي غيروا دين الله،، يقول القرطبي: «وقالت طائفة: المراد بالتغيير لخلق الله هو أن الله تعالى خلق الشمس والقمر والأحجار والنار وغيرها من المخلوقات، ليعتبر بها، وينتفع بها، فغيرها الكفار، بأن جعلوها آلهة معبودة... قاله:

جماعة من أهل التفسير مجاهد والضحاك وسعيد بن جبير وقتادة، وروى عن ابن عباس: فليغيرن خلق الله، دين الله، وقاله النخعي، واختاره الطبري»[٢٣٨].

أما الأحاديث التي نصت على تحريم النمص والوشم والتفليج والوصل والتوشير والتي صرحت بتغيير خلق الله، فقد اختلف الفقهاء في علة التحريم، وذلك بحسب كل نوع من هذه الأنواع، فاتفقوا على أن علة تحريم الوشم هو تغيير خلق الله، أما في الباقي، فالشافعية[٢٣٩] والحنابلة[٢٤٠] جعلوا علة التحريم هي التدليس، بينما رأى الحنفية[٢٤١] أن علة التحريم في النماص هي التزين والتبرج للأجانب، وفي الوصل هي التدليس، واستخدام جزء آدمي محترم يحرم الانتفاع بأجزائه، أما المالكية والطبري، فالراجح عندهم أن العلة هي تغيير خلق الله في الجميع[٢٤٢].

فالذي جعل علة التحريم هي تغيير خلق الله، يستفاد منه تغليب جانب الحرمة على التدخل الجيني التحسيني، بينما الذي جعل علل هذه النصوص غير تغيير خلق الله استفيد منه إبقاء الأمر في حيز الإباحة، لعدم وجود دليل على الحرمة.

المحور الثاني: مر أثناء دراسة العلاج الجيني للخلايا التناسلية أن أساس دراسة مشروعيتها يعتمد على ناحيتين هما معرفة مدى احتمال حدوث اختلاط الأنساب، ومعرفة نسبة حدوث ضرر بالجنين بتشوه معتبر أو إصابة بمرض وراثي أو أي ضرر آخر يعتد به، ووجدت الدراسة أنه إذا توقعنا حدوث اختلاط في الأنساب أو حدوث ضرر في الجنين نتيجة التدخل الجيني العلاجي في الخلايا التناسلية كان التدخل الجيني فيها ممنوعا، ففي التدخل التحسيني تناقش القضية بالطريقة نفسها وتخلص إلى النتائج نفسها، وحيث إن التدخل المذكور غالبا ما يورث إضرارا بالجنين وتخليطا في الأنساب، كان حكم هذا التدخل المنع مطلقا، وقد يكون التحريم أشد في حال التدخل التحسيني، إذ إن الحاجة إلى العلاج أكبر من الحاجة إلى التحسين الوراثي، فالتداوي يعد من الحاجيات بينما التحسين الوراثي لا يتجاوز التحسينيات.

ففي حال أكد الطب الجيني بعد التدخل التحسيني عن الإضرار بالجنين أو اختلاط الأنساب - وهذا واقعيا غير ممكن حاليا، لكن يمكن ذكره من باب الطب الافتراضي - أو انخفاض احتمال الإصابة إلى درجة الندرة، فيمكن أن يعود إلى أصل الإباحة.

المحور الثالث: معرفة موقع هذا التدخل التحسيني من مقاصد الشارع ؛فالتدخل الانتقائي التحسيني في الجينات البشرية، يتردد بين التحسينيات ودائرة اتباع الهوى المخالفة لمقصود الشارع، فإذا كان هذا الأمر يتبع في الحصول على إنسان يملك صفات متميزة ترفع من شأنه، وتجعله سائدا على أقرانه، دونما غايات مخالفة للشرع بقي في حيز التحسينيات، وإذا كان التحسين هو لصفة مذمومة شرعا أو أن الغاية منها مذمومة دخل في دائرة اتباع الهوى، إذ إنه كلما سقط اعتبار المقصد سقط اعتبار الوسيلة[٢٤٣]، لأن المصالح المطلوبة الاجتلاب كما يقول الإمام الشاطبي: تعتبر من حيث تقام الحياة الدنيا للحياة الآخرة لا من حيث أهواء النفوس

في جلب ما تراه مصلحة لها(٢٤٤)، وينطبق ذلك على كل ما تدعو إليه بعض الدول المتطرفة، أو ما يقوم به علماء الجينات في مختبراتهم السرية من السعي إلى الحصول على الإنسان الخارق (السوبر مان) (٢٤٥). أما إذا كان الداعي إليه مصلحة حاجية - وهذا نادر - ترتقي درجة التدخل إلى الحاجي إذا كان خادما لما هو حاجي أو مكملا له، وهذا يحصل إذا كان الذي يدعو إليها هو المجتمع (٢٤٦).

المحور الرابع: معرفة الفئات المستفيدة والمتضررة من ذلك، ومعرفة جملة المصالح والمفاسد المترتبة على هذا التدخل التحسيني كمّا ونوعا في الجينات لدى جميع هذه الفئات، ثم ترجيح ما يناسب ترجيحه بناء على القواعد العامة في الشرع، وعموم النصوص وفحواها؛ إذ يمكن حصر الفئات المستفيدة من هذا التحسين في ثلاث فئات هي الجنين والأبوان والمجتمع، فإذا تعارضت هذه المصالح قدمت مصلحة المجتمع تغليبا للمصلحة العامة على المصلحة الخاصة، أما في حال تعارض مصلحة الأبوين والجنين، فتقدم إحداهما على الأخرى تبعا لقرب مصلحته من المناسب المرسل الذي يوافق أصل التشريع، ولما كان المصدران اللذان يدعوان إلى عملية التحسين الوراثي هما الأبوين و المجتمع، كان حكم التحسين ينبع من رعاية الشارع لمصلحتيهما، وإن قيام الدولة بهذا الأمر ينضبط بقاعدة تصرف الإمام على الرعية منوط بالمصلحة(٢٤٧).

المحور الخامس: دراسة كل حالة من حالات التحسين الوراثي على حدة، والتعرف على ما لهذه الحالة من خصوصية قد تؤثر في حكم مشروعيتها، ومعرفة مدى حرمة التدخل في كل مرحلة من مراحل التطور العمري للكائن البشري، ثم معرفة القواعد العامة والمصادر التبعية في الشرع التي يمكن أن يستفاد منها في استنباط الحكم، مثل سد الذرائع، والمصالح المرسلة واعتبار المآل وغيرها.

ب - النتائج والترجيح في مشروعية التدخل التحسيني الوراثي على الخلايا التناسلية:

١ - إن أصل حكم التدخل التحسيني في جينات الخلايا التناسلية هو الإباحة(٢٤٨)، وذلك لعموم النصوص الدالة على طلب القوة في النسل وتحسين النسل، كما أن النصوص التي دلت بظاهرها على تحريم تغيير خلق الله اختلف العلماء في العلة التي لأجلها كان التحريم، لذلك لا يمكن اعتبارها دليلا قطعيا على التحريم(٢٤٩)، وقد أشار إلى تلك الإباحة الإمام الشاطبي في مدلول قوله: «الأوصاف التي طبع عليها الإنسان كالشهوة إلى الطعام والشراب لا يطالب برفعها ولا بإزالة ما غرز في الجبلة منها، فإنه من تكليف ما لا يطاق، كما لا يطلب بتحسين ما قبح من خلقة جسمه، ولا تكميل ما نقص منها، فإنه ليس مقدورا للإنسان ومثل هذا لا يقصد الشارع طلبا له ولا نهيا عنه»(٢٥٠) «والشيء الذي لا يطلبه الشارع ولا ينهى عنه هو المباح.

٢ - إن أي إفضاء من التدخل التحسيني إلى إحداث إضرار بالجنين، أو تخليط في نسبه يجعلان هذا التدخل محرما تحريما شديدا، ولما كانت عملية التدخل هذه تفضي غالبا إلى ذلك، جعل بينهما تلازم، واللازم لا ينفك عن الملزوم، ووجود الملزوم يستلزم وجود اللازم، [٢٥١]، الأمر الذي جعل التدخل التحسيني محرما بالنظر إلى هذا الاعتبار؛ وليس بالضرورة أن يكون هذا الضرر كبيرا، فيكفي أن يكون ضررا ملحوظا يعتد به، ويعد الإقدام على هذا التدخل من الكبائر، لمساسه بما هو من الضروريات الخمس، حفظ النفس وحفظ النسب.

٣ - الضرر أو التشويه الذي لا يعتد به هو المهمل أو النادر، كأن يأتي الجنين بإصبع زائدة أو سن زائدة، فهذا تشويه لا يعتد به، أو أن يكون احتمال حصول التشويه نادرا، وللنادر حكم العدم.

٤ - في حال تطور الطب ولم يعد يخشى أن يؤدي التدخل الجيني في الخلايا التناسلية إلى إحداث ضرر بالجنين الذي سينتج من تلقيحها يعود حكم التدخل إلى الإباحة، مع ملاحظة أن التحسين الوراثي المذكور من التحسينيات بالنسبة إلى تقسيم المصالح عند الأصوليين، و قد يخرج عن مقصود الشارع إذا دخل في دائرة اتباع الهوى، كأن تكون الصفات المطلوب الوصول إليها مذمومة شرعا.

هذا وإن المجلس الفقهي لرابطة العالم الإسلامي المنعقد في مكة في دورته الخامسة عشرة قد منع التحسين الوراثي على السلالات دون تفصيل، حيث جاء في القرار الأول: «لا يجوز استخدام أي من أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله للعبث بشخصية الإنسان، ومسؤوليته الفردية، أو للتدخل في بنية المورثات بدعوى تحسين السلالة البشرية»[٢٥٢].

أما عن الموقف القانوني:

لم يقر أي اتجاه قانوني السماح بالمساس بالخلايا التناسلية، والبويضات المخصبة لغير دواع علاجية[٢٥٣]؛ فقد نص مشروع الاتفاقية الأوروبية لحقوق الطفل في المادة ٣٥ منه على حق الطفل في التمتع بذمة جينية سليمة، ويحظر كل تدخل بغرض التلاعب في هذه الذمة[٢٥٤]، كما نص مشروع إعلان اليونسكو لحماية الجين الإنساني ١٩٩٥م، على أنه يجب ضبط الأبحاث الجينية حتى نتجنب الانحراف بها نحو تحسين النسل[٢٥٥]، كذلك أصدر المشرع الفرنسي في القانون عام ١٩٩٤ المادة ٤/١٦ لا يجوز إجراء أي اختبار من شأنه أن يؤدي إلى تحسين النسل بيولوجيا[٢٥٦]، وإن أي تغيير في الصفات الوراثية بغرض التعديل في التركيب الجيني للخلف معاقب عليه، ويتعرض المخالف لعقوبة الأشغال الشاقة التي قد تصل إلى عشرين عاما، وعبارة التعديل في التركيب الجيني للخلف تفيد التدخل في الخلايا التناسلية، كما أن التشريع السويسري الصادر في ١٨ أكتوبر ١٩٩٠م في المادة الثامنة قضى بعدم السماح بإجراء الأبحاث والتجارب على البويضات المخصبة أو الأجنة في الأرحام، كذلك المشرع البريطاني في الأول من نوفمبر لعام ١٩٩٠رقم ٢٧ قضى بعدم جواز التعديل في العناصر

البيولوجية للبيضة المخصبة، كما أصدر المشرع الألماني عام ١٩٩٠ في المادة الخامسة حظر التلاعب في الخصائص الوراثية للإنسان، أو خلق عملاق من إنسان أو من إنسان وحيوان، أما المشرع الإسباني فقد أوصى في المادة الثامنة منه ألا تخرج أعمال البحث والهندسة الوراثية عن الوقاية والتشخيص والعلاج، وجاء في توصيات الجمعية البرلمانية للمجلس الأوروبي ١٩٨٦م، والمؤتمر الرابع للجمعية الدولية لقانون العقوبات، رفض الإجراءات التي تهدف إلى تحسين السلالات وما في حكمها، وتجريم الأبحاث التي تسعى لتحقيق الإنسان الخارق، كما حظرت اتفاقية مجلس أوروبا حول حقوق الإنسان والطب الحيوي ١٩٩٦ كل إجراء يهدف إلى إدخال تعديل في خلقة النسب [٢٥٧].

وكذلك حظرت وثيقة مؤتمر اينوياما باليابان سنة ١٩٩٠، حول ضوابط رسم خريطة للجينوم البشري وتقصي الوراثة ومعالجة الجينات البند الخامس، حظرت أن يستخدم التدخل الجيني لمجرد التقوية أو إزالة خصائص شكلية أو سلوكية أو معرفية، لا علاقة لها بأي مرض بشري معروف [٢٥٨].

أما التشريعات العربية فقد بقيت قاصرة عن استيعاب مثل هذه الممارسات، أو سن تشريعات بشأنها، وبقيت مكتفية بما تعرضه القواعد العامة من أحكام، سوى ما قامت به جهات نقابية حقوقية بإجراء بعض الندوات كندوة الانعكاسات الأخلاقية للأبحاث المتقدمة في علم الوراثة في قطر ١٩٩٣، والندوة المصرية عن أخلاقيات الممارسة البيولوجية، التي كانت تنتهي بإصدار بعض التوصيات التي لم تأخذ شكل تشريعات تحدد عقوبات محددة للتجاوزات في ميدان الهندسة الوراثية والجينات[٢٥٩]، كما أشارت بعض الدراسات القانونية إلى جواز الأبحاث على البويضات المخصبة بشروط وقيود [٢٦٠].

المطلب الثاني: مشروعية التدخل العلاجي والتحسيني الجيني في الخلايا الجسمية:

تملك الخلايا الجسمية حرمة مماثلة لحرمة جسد الآدمي فحرمتها تنبع من حرمته، إذ هي جزء منه، فالحكم على الكل هو حكم على جميع أجزائه[٢٦١]، فحفظها من الضرر والأذى واجب شرعي ينبع من حفظ النفس الذي يشكل إحدى الضرورات الخمس.

تقع الخلايا الجسمية في كل مساحة الجسم البشري وفي جميع مراحل أطواره العمرية، فالتدخل العلاجي والتحسيني الجيني يشمل كل هذه المراحل.

وقد مر ذكر ماهية هذا التدخل، فهو في التدخل العلاجي غالبا ما يكون بإدخال جين سليم مكان الجين المصاب إلى الخلايا الجسمية للمريض المصاب بمرض وراثي، وفي التدخل التحسيني بإدخال جين مسؤول عن صفات مرغوبة مكان جين مسؤول عن صفات غير مرغوبة؛ وإن عملية التدخل هذه لا تؤثر في اختلاط الأنساب، فهو لا يؤثر إلا في الشخص نفسه، ولا ينتقل إلى نسله، لأن خلاياه التناسلية لا تتأثر بهذا العلاج، كما أن نقل جين من

شخص إلى آخر، وإدخالها في خلاياه الجسمية لا يثير ما يثيره نقل عضو كامل من أعضاء الجسم من مشاكل شرعية وقانونية، ونقل الجين أقرب ما يكون إلى نقل الدم الذي أباحته دراسات معاصرة اعتمادا على قواعد الشرع وأصوله العامة، مع التقيد بفحصه الدقيق قبل إعطائه(٢٦٢)، تأسيسا على ما ذكر يكون حكم التدخل الجيني العلاجي والتحسيني في الخلايا الجسمية على الشكل التالي:

أولا: حكم التدخل العلاجي في الخلايا الجسمية:

يمكن قياس إدخال الجين السليم ليحل محل الجين المعيب على عملية نقل الدم والذي ثبتت إباحته، ذلك إذا كان مصدر الجين المدخل إنسانيا، ويقاس على الدواء إذا كان مصدره حيوانيا، أو نباتيا(٢٦٣). كما يتطابق حكم هذا التدخل مع أصل مشروعية التداوي الذي مر، فهو مباح أو مندوب عند الجمهور، يصبح واجبا إذا قطع الطب أن تركه يؤدي إلى الضرر، ويصبح مكروها أو محرما إذا ظن أن الضرر المتأتي من العلاج أكبر من ضرر بقاء المرض.

ولما كانت مفردات العلاج الجيني تختلف من حيث احتمالات حدوث الضرر عن بعضها، فالأمر يناط بالوقائع الفردية كل على حدة(٢٦٤)، فإذا تأكد الجينوميون من جدوى وترجيح فوائد حالة علاجية على مخاطرها يمكن القول بجواز التداوي بها، وإن لم يتأكد ذلك فلا يجوز تطبيق هذه الوسائل، لأن عدم إفضاء الوسيلة إلى المقصد يبطل اعتبارها(٢٦٥)، وقول أهل الاختصاص في ذلك هو مناط الحكم، بحيث لا يقع العلاج الجيني على سبيل التجريب والمغامرة بما تبقى من صحة للمريض، لأن حفظ الموجود أولى من جلب المفقود(٢٦٦)، ودفع المفاسد مشروط بألاّ يؤدي إلى مثلها أو أعظم منها(٢٦٧).

أما عن الموقف القانوني:

فيتطابق حكم التدخل العلاجي الجيني مع حكم التداوي في القانون، وأهم ما في الأمر هو الأخطار التي تحف هذا النوع من العلاج، فكلما كان خطر الإقدام على العلاج أكبر من احتمال الشفاء، كان الإقدام على العلاج ممنوعا، وكلما زاد احتمال أمن طريقة من طرق التدخل الجيني، حيث أصبحت هذه الطريقة مقبولة بين الأطباء ومعتمدة - وذلك بالاعتماد على النتائج المجدية المتكررة جراء تطبيقها، عدت طريقة مسموح تداولها (٢٦٨).

وقد أوصت الجمعية البرلمانية للمجلس الأوروبي ١٩٨٢، بضرورة تسجيل الأمراض الوراثية التي يمكن علاجها عن طريق الجينات، بشرط موافقة صاحب الشأن، وأضافت أن التدخل المشار إليه يكون مشروعا حتى دون موافقة صاحب الشأن، إذا تأكدت إصابة الفرد بمرض وراثي خطير من المحتمل نقله إلى النسل، وقد أكدت ذلك توصيات المؤتمر الرابع عشر للجمعية الدولية لقانون العقوبات، وتقرر ذلك في اتفاقية مجلس أوروبا حول حقوق الإنسان والطب الحيوي ١٩٩٦م، وفي المادة الخامسة من الإعلان العالمي بشأن حماية المجين البشري

وحقوق الإنسان، وقد أخذ بذلك التشريع الفرنسي في القانون الخاص باحترام الجسم البشري، وهذا الاتجاه أيضا في ألمانيا وتشيكوسلوفاكيا واليونان [٢٦٩].

إلا أن دراسات قانونية كشفت عن أن هذا النوع من العلاج ما زال يكتنفه الغموض، من حيث جدواه، ومن حيث آثاره المستقبلية التي يمكن أن تؤدي إلى أنواع مختلفة من الأمراض والسرطانات غير المعروفة سابقا، الأمر الذي يجعل حكمها المنع على هذا الأساس [٢٧٠].

ثانيا: حكم التدخل التحسيني غير العلاجي في الخلايا الجسمية:

إن التدخل التحسيني على الخلايا الجسمية، ليس حالة علاجية بل هي حالة كمالية قد تنضوي تحت التحسينيات من مصالح الشرعية، ويمكن اشتقاق حكم مشروعيته بالقياس على الإجراءات التجميلية في الجسم البشري التي تناولها الباحثون المعاصرون بأبحاث مسهبة، ويمكن تقسيم أنواع الإجراءات التجميلية إلى قسمين رئيسين:

الأول: ما كان تصحيحا لتشوه ناتج عن حالة مرضية كتشوه عظمي خلقي، أو كشذوذ في اصطفاف الأسنان، وحاجته لعلاج تقويمي، أو تشوه ناتج عن حادث، وما إلى ذلك، فتصحيح مثل هذه الحالات التجميلية هو أقرب إلى التداوي منه إلى التدخل التحسيني أو التجميلي، فتأخذ حكم التداوي بالإجمال، وعليه فكل تدخل جيني تحسيني هو من هذا القبيل يعود حكمه إلى حكم التدخل العلاجي الجيني في الخلايا الجسمية، الذي سبق ذكره [٢٧١].

الثاني: ما كان تحسينا لهيئة أو منظر أو عضو فيه من الشذوذ ما لا يناسب صاحبه، وهو على قسمين:

١ - الشذوذ فيه كبير، وهو على غير الهيئة المعتادة، بحيث يلفت انتباه الناظر إليه، أو الذي يعاينه ويشكل لصاحبه حرجا اجتماعيا كبيرا، وسوءا في الحالة النفسية تجعله أقرب إلى المريض النفسي، وتضعف من إنتاجه واختلاطه بالآخرين، ومن ذلك أن يكون حجم الأنف كبيرا جدا، بحيث يلفت الانتباه للوهلة الأولى، أو قد يكون بزوغ أشعار كثيرة لأنثى في مناطق من جسمها لا ينبت فيها شعر أصلا، أو ما شابه من هذه الحالات فتحمل أيضا على الحالة الأقرب للمرضية، فتأخذ حكم التداوي، وعليه فكل تدخل تحسيني جيني يهدف إلى إصلاح شذوذات من هذا النوع مباح الفعل في الأصل وله حكم التداوي؛ وقد ذكرت توصيات ندوة رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية، أن الجراحة جائزة شرعا لإصلاح عيب أو دمامة تسبب لصاحبها أذى عضويا أو نفسيا [٢٧٢].

٢ - الحالات السوية الطبيعية ولكن يبغي صاحبها من خلال الإجراء التجميلي، أن ينقلها إلى حالة تحمل مَعْلَما من معالم الجمال، أو للتدليس، كالتي تملك أنفا متوسط الحجم، فتقوم بجراحة تجميلية ليصبح صغيرا، حيث إن الأنف الصغير هو مَعْلَم من معالم الجمال، أو كالتي تملك طول قامة متوسطة فتقوم بعملية إطالة للساقين لتصبح من طوال القامة، فهذا النوع من

الجراحات التجميلة يعد من الإجراءات التي نصت على تحريمها البحوث والدراسات التي تكلمت عن أحكام العمليات التجميلية وعدتها داخلة في منطوق الأدلة التي تحرم تغيير خلق الله [٢٧٣].

وبالقياس يمكن عد جميع حالات التدخل الجيني في الخلايا الجسمية التي تكون الغاية منه مشابهة للغاية المذكورة في هذا القسم، لها الحكم نفسه، وهي من قبيل تغيير خلق الله، لأن المصالح المطلوبة الاجتلاب - كما يقول الإمام الشاطبي - تعتبر من حيث تقام الحياة الدنيا للحياة الآخرة، لا من حيث أهواء النفوس في جلب ما تراه مصلحة لها [٢٧٤].

وتأسيسا على ما سبق فهذا القسم من جراحة التجميل داخل في دائرة اتباع الهوى، لمخالفته مقصود الشارع، فهو محرم، ولكن قد يعتريه بعض القيود التي تخرجها من دائرة اتباع الهوى إلى التحسينيات أو الحاجيات، كالتي تملك صفة جسدية ما يبغضها زوجها ويريد أن يطلقها لأجلها، فالمحافظة على كيان الأسرة مقصد من مقاصد الشارع، أو ما شابه هذه الحالات، فينتقل التدخل الجيني أو الإجراء التجميلي من التحسينيات إلى الحاجيات، فيباح التدخل التحسيني الوراثي في الخلايا الجسمية في هذه الحالة.

كما ينطبق على التدخل التحسيني في الخلايا الجسمية ما ذكر بالنسبة إلى احتمالات الضرر، بسبب التدخل الجيني الذي ورد في التدخل العلاجي على الخلايا الجسمية، فإذا تأكد أهل الاختصاص من خلو تدخل جيني تحسيني في خلايا جسدية من خطورة الضرر والتشوه يمكن القول بجواز هذا التدخل، وإلا فلا يجوز، لأنه كلما سقط اعتبار المقصد سقط اعتبار الوسيلة، ويتشدد هنا أكثر مما يتشدد في العلاج الجيني حيث العلاج يلامس الحاجيات والضروريات، بينما التحسين الوراثي لا يتعدى التحسينيات غالبا، وقد يقع في دائرة اتباع الهوى.

ويشار إلى أن التدخل التشخيصي لغايات علاجية أو تحسينية في الخلايا الجسمية والتناسلية تأخذ الحكم نفسه، فأي تدخل تشخيصي يتوقع منه إحداث ضرر فهو ممنوع في الشرع والقانون، وإذا غلب على الظن عدم الضرر فالراجح فيه جواز الدخول، وقد يتقيد هذا الجواز بقيود تتناسب مع كل حالة.

أما في القانون:

فتميل التشريعات عموما - كما في الشرع - إلى تحريم القسم الأخير المذكور وإباحة الأقسام الباقية التي ذكرتها الدراسة.

ففي القضاء الفرنسي حكمت محكمة باريس بتعويض فتاة كانت تعاني ظهور شعر كثيف بمنطقة الذقن، حيث خلف علاج الطبيب لها تشويها دائما، على الرغم من أن الطبيب لم يخالف أصول المهنة، والسبب في تغريمه أن الطبيب لم يكن أمام حالة مرضية، بل أمام عيب جسدي يحاول إخفاءه، ومثل هذا الغرض لا يسمح بتعريض المريض لمثل هذا الخطر[٢٧٥]. فإن

كان هذا بما يتعلق بالإجراءات التجميلية غير الجينية، فالتدخل الجيني بما يتبعه من وسائل الهندسة الوراثية يجعل خطورة التدخل أكبر منها، وبالتالي اعتبار هذه الخصوصية في أحكامها، حيث قررت محكمة ليون أن عدم التناسب بين المخاطر المحتملة والفوائد المتوقعة يعد خطأ إذا لم يأخذه الطبيب في الاعتبار، ويراعى كذلك بهذا الشأن التفرقة بين ما يسبب ألما نفسيا وما ليس كذلك.

وقد حصر المشرع الفرنسي التدخل التشخيصي المبكر في الحمل بالأغراض الطبية العلاجية، وقد دل ذلك على حظره أنواع التدخل التحسيني الجيني في الخلايا الجسمية في هذه المرحلة، كذلك مر ذكر حصر أعمال الأبحاث الوراثية في التشريع الإسباني ١٩٨٨م على الوقاية والتشخيص والعلاج ودراسة الحمض النووي [٢٧٦].

تبقى أربع قضايا في التدخل الجيني تحتاج إلى بحث، حيث سيتم دراستها لاحقا في بحث الاستنساخ، **الأولى**: علاقة التدخل الجيني في الخلايا التناسلية والجسمية بالمراحل العمرية للجنين، و**الثانية**: تأثير التدخل الجيني العلاجي والتحسيني في إسقاط الجنين في المراحل المذكورة، و**الثالثة**: دراسة حكم التحكم في جنس الجنين، و**الرابعة**: مشروعية استنساخ الأنسجة والأعضاء والاستفادة منها في العلاج الجيني.

المطلب الثالث: علاقة التدخل الجيني في الخلايا التناسلية والجسمية بالمراحل العمرية

إن التدخل في الخلايا التناسلية هو تدخل في المرحلة التي تسبق الحياة الجنينية للإنسان، وإن التعديل الجيني في هذه المرحلة هو تدخل في أصل صفات الإنسان، بهدف بقاء هذا التعديل في النسل اللاحق، فهذا هو عين ما يراد بالتحسين الوراثي[٢٧٧]، أما التدخل في الخلايا الجسمية فيبدأ من الحياة الجنينية إلى آخرة المراحل العمرية للإنسان، فهو تدخل في إنسان قد تحددت صفاته، وهو تدخل جسمي ليس له تأثير في النسل اللاحق[٢٧٨].

غير أن المرحلة الجنينية الأولى لها خصوصيتها، فعندما يكون عمر اللقيحة ثلاثة أيام يكون عدد خلاياها ست عشرة خلية، يذكر العلماء إمكان تنسيل جنين من كل خلية من هذه الخلايا، وكذلك إذا وصلت هذه اللقيحة للمرحلة التوتية[٢٧٩]، يمكن الاستفادة من الخلايا الجذعية في هذه المرحلة في توليد الأنسجة، و ذكروا أن عمليات التدخل الجيني في هذه اللقيحة تؤدي إلى بقائها في النسل القادم[٢٨٠]، فبالنظر إلى هذا الأمر يكون كل تدخل في الجنين البشري في مراحله الأولى، والتي يثبت الطب أن لها تأثيرا في النسل القادم له حكم التدخل في الخلايا التناسلية الذي يغلب عليه الحرمة الشديدة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن الأصل في الخلايا التناسلية الإهدار، أما الجنين في مراحله الأولى، فالغالب فيه الإهدار، وهناك من جعل له حرمة من أول يوم يتم فيه التلقيح، فعلى هذا الرأي يكون التدخل في الجنين في هذه المرحلة، أشد حرمة من التدخل في الخلايا التناسلية.

إن التدخل الجيني في الجنين بعد تجاوز الأسبوعين الأولين هو تدخل في خلايا جسدية، ولكن مشروعية هذا التدخل تختلف باختلاف المراحل العمرية المختلفة؛ فقد مر ترجيح القول بأن الجنين قبل اليوم الأربعين لا يملك حرمة، و إهداره جائز من دون عذر، فالتدخل في هذا الوقت يكون أكثر إباحة من التدخل بعد هذه المرحلة، هذا عن اعتبار الإهدار، أما عن اعتبار إمكان حصول إضرار أو تشويه بالجنين فتبقى الحرمة في ذلك متساوية أو أكبر، لأن الضرر أو التشويه يكون أكبر في هذه المرحلة.

أما الجنين في عمر أربعة أشهر وبعد نفخ الروح فيه، فيكتسب حرمة كاملة لا تختلف عن حرمة جسد الآدمي، فيكون التدخل الجيني في الجنين في هذه المرحلة أشد تحريما منه في المراحل العمرية السابقة.

أما الإنسان المولود فمشروعية التدخل في جيناته هي عينها مشروعية التدخل في الخلايا الجسمية التي تمت دراستها.

وجدير بالذكر أن التدخل التشخيصي لغايات علاجية يأخذ حكم التدخل العلاجي نفسه، فأي تدخل تشخيصي في أي مرحلة من مراحل عمر الجنين يتوقع منه إحداث ضرر فهو ممنوع في الشرع والقانون، وإذا غلب على الظن عدم الضرر فالراجح فيه جواز التدخل، وقد يتقيد هذا الجواز بقيود تتناسب مع كل حالة.

أما في القانون:

فبناء على كون التدخل التشخيصي له حكم التدخل العلاجي، فقد وضع المشرع الفرنسي شروطا عديدة على التدخل التشخيصي الجيني للجنين من أهمها: أن يمارس هذا التشخيص المبكر على الحمل باعتباره عملا طبيا يهدف إلى تحديد ما إذا كان الجنين أو البويضة المخصبة، وهما في الرحم، يحملان مرضا معينا، كما حدد الأسابيع العشرة الأولى من بداية الحمل فترة يُسمح فيها بالتدخل التشخيصي [٢٨١]، كما نصت بعض التشريعات الأوروبية على مساءلة الأبوين عن الإهمال الذي قد يكون سببا في ولادة طفل مريض أو مصاب، إلا أنهم اختلفوا في كون هذا الأمر ملزما أم لا، وأجابت اللجنة الفرنسية القومية للأخلاق أن ذلك غير ملزم إلا لذوي الأمراض الوراثية [٢٨٢].

كما نص المشرع الفرنسي في المادة ١٧/١٦٢، من قانون الصحة العامة على ضرورة إجراء التشخيص على الخلايا المستقطعة من البويضة المخصبة، وليس على البويضة ذاتها، الأمر الذي يؤدي إلى المحافظة عليها وعدم إتلافها من إجراءات التدخل، كما حددت شروطا لإجراءات التدخل منها أن يؤخذ ترخيص من الدولة و إذن الزوجين، وأن توجد أمراض وراثية عند أحد الزوجين أو كليهما، وأن يجرى هذا التشخيص في أحد المراكز المتخصصة، وحددت عقوبة مقدارها حبس سنتين وغرامة مائتي ألف فرنك إذا أخل بأحد هذه الشروط[٢٨٣].

المطلب الرابع: أثر التدخل الجيني العلاجي والتحسيني في إسقاط الجنين في مراحله المختلفة:

إذا ظن أن التدخل العلاجي أو التحسيني في المرحلة الجنينية سوف يؤدي إلى إسقاط الجنين فتتحدد مشروعية هذا التدخل بناء على عمر الجنين و درجة الحاجة العلاجية على الشكل التالي:

فالجنين إذا تجاوز الأشهر الأربعة من حياته الجنينية أصبحت حرمته حرمة الآدمي(٢٨٤)، فلا يجوز عندها إجراء أي تدخل تحسيني من شأنه أن يؤدي إلى إسقاط هذا الجنين، أما إذا كان التدخل علاجيا، فينظر إلى درجة الخطورة التي تقتضي الحاجة إلى التدخل، فكلما كانت خطورة التدخل أكبر من خطورة بقاء الجنين، كان حكم التدخل هو التحريم، والعكس يقتضي الإباحة.

أما الجنين في عمر دون الأربعين يوما، فحرمة إهداره تقارب حرمة إهدار الخلية التناسلية قبل التلقيح، فهي مهدرة كما مر، فيجري عليه ما يجري على الخلايا التناسلية من أحكام التدخل العلاجي والتحسيني.

والجنين في مرحلة ما بعد الأربعين يوما وقبل الأشهر الأربعة يملك حرمة هي أقل من حرمة الجنين الذي نفخ فيه الروح، وأكبر من حرمة الجنين الذي لم يتجاوز الأربعين؛ إذ إنه لم يتخلق بعد كما نصت الأحاديث الصحيحة السالفة الذكر، فالتدخل التحسيني إذا قارنه إضرار به رجح جانب الحرمة، أما التدخل العلاجي فيبقى قائما لحاجة الإنسان إليه، أكبر من حاجته للتحسين الوراثي، مع الموازنة دائما بين حجم الحاجة للتدخل العلاجي واحتمال إحداث إسقاط.

ومن الجدير ذكره أن التدخل التشخيصي لغاية علاجية أو تحسينية في أي مرحلة من مراحله العمرية، التي قد تؤدي إلى إسقاط الجنين تأخذ حكم الغاية نفسها من هذا التدخل.

أما في القانون فأي تدخل يؤدي إلى إسقاط الجنين السليم ممنوع في أي مرحلة من مراحله العمرية، إلا إذا اقتضت الحاجة العلاجية ذلك، وكانت خطورة عدم التدخل على صحته أو على صحة أمه أكبر من خطورة التدخل، إضافة إلى أن القانون يتساهل في إسقاط الجنين قبل اليوم الرابع عشر، ويمنعه بعد ذلك كما مر.

المطلب الخامس: حكم التحكم في جنس الجنين

شغل موضوع تحديد جنس الجنين الأطباء منذ فترة طويلة، وقد أوجد الأطباء طرقا عديدة لتحقيق ذلك، ذكرتها كتب الطب، منها اتباع نظام غذائي، أو برمجة الجماع، أو معالجة إفرازات المرأة الحامضية، وكذلك عن طريق استخدام سوائل خاصة حامضية أو زلالية أو باستخدام تيار كهربائي أو عن طريق فصل النطف الذكرية عن الأنثوية بوسائل الترسيب والطرد، معتمدين في ذلك على بعض الاختلاف في صفات النطف الذكرية عن النطف الأنثوية، كاختلاف سرعة النطاف الذكرية عن النطاف الأنثوية، أو ميل الذكرية منها إلى

المحاليل الحامضية، وترسبها في المحاليل الزلالية بشكل أكبر وما إلى ذلك من الطرق(٢٨٥)، ولكن بقيت هذه الطرق تحوي نسب ارتياب جعلها قليلة التداول، حيث لا تتعدى صحة النتائج فيها ٧٠٪، كما لا ننسى إمكان اختيار جنس الجنين عن طريق الاستنساخ أو الإسقاط أو طفل الأنبوب، حيث يتم تلقيح أكثر من بويضة، فتختار واحدة ويهمل الباقي، وتوجد طرق أخرى تحمل دقة عالية كما وصفها بعض الأطباء(٢٨٦) بالاعتماد على فرز الحيوانات المنوية، بالاعتماد على كون محتوى المادة الوراثية للنطفة x أكبر من المادة الوراثية للنطفة y، حيث تُمرَّر النطاف على جهاز يحوى أشعة فوق بنفسجية، أو أشعة ليزر بعد صبغها بصباغ خاص، فيتم فصلهما عن بعض ليصار إلى تلقيحها صناعيا، وقد أصبح حاليا ممكنا طلب جنس معين للجنين من قبل الأبوين، وتلبية ذلك من قبل طبيب الجينات بشكل كبير، لكن هناك تساؤلات حول تأثير الصباغ أو الأشعة فوق البنفسجية في إنجاب جنين مشوه (٢٨٧).

تناولت طرق التحكم بجنس المولود دراسات فقهية عديدة، كان أشهرها ندوة الإنجاب في ضوء الإسلام، فبغض النظر عن الطريقة التي يتم بها تحديد جنس المولود، يمكن تلخيص ما جاء من دراسات في التحكم في جنس المولود(٢٨٨) على الشكل التالي:

اختلف الفقهاء المعاصرون في المسألة على أساس اعتبارين اثنين هما كونها مسألة فردية بين الزوجين فقط، أو كونها عامة تدعو إليها أو تحميها الدولة:

- كونها مسألة فردية:

العلماء على ثلاثة آراء(٢٨٩): مانع ومجيز ومتوقف:

استدل المجيزون بأن هذا الأمر مباح، لأن الأصل في الأشياء الإباحة الأصلية، وأنه لا دليل على التحريم(٢٩٠)، ولكن اشترط معظمهم في إباحته أن توجد ضرورة، وأن يكون هناك احتياط شديد في العملية لكي لا يحصل أي ضرر للخلايا التناسلية أو البيضة الملقحة أو تخليط في الأنساب. واستدل المانعون، أن في ذلك تغيير خلق الله الممنوع بنصوص صريحة(٢٩١)، وأن هذا التدخل في عملية التلقيح باختيار النطفة الحاملة لصبغي الذكورة هو تغيير لخلق الله من حيث التدخل في سير العملية البيولوجية(٢٩٢) التي أحسن سيرها الله عز وجل، ﴿**ومن أحسن من الله صبغة**﴾ البقرة /١٣٨، كما أن عملية فرز النطفة الحاملة لصبغي الذكورة عن الأخرى الحاملة لصبغي الأنوثة، يخشى فيها حدوث اختلاط في الأنساب فيمنع سدا للذريعة.

- كونها مسألة سياسة عامة تدعو إليها أو تحميها الدولة:

استدل المانعون بأن تدخل الدولة في هذا الأمر هو تدخل في النواميس البيولوجية، التي هي جزء من نظام الكون، الأمر الذي يؤدي إلى طغيان جنس على حساب الآخر قال تعالى: ﴿**أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ**﴾الرحمن /٨، وأن التحكم في جنس الجنين فيه تفضيل جنس على آخر، وهو الداعي لتحريم الوأد في الجاهلية، فيكون مناقضا لروح الإسلام وروح العدالة (٢٩٣).

من خلال استقراء الدراسات السابقة في الموضوع، يمكن الاعتماد في تحديد حكم التحكم بجنس الجنين على الأساسات التالية:

١ - مدى مشروعية الطريقة التي يتم التحديد بها، فإذا تم ذلك عن طريق الاستنساخ؛ حيث الغالب فيه المنع، فيكون حكم تحديد جنس المولود هنا هو حكم الاستنساخ، أما إذا كان التحكم عن طريق الإجهاض، فتنطبق عليه أحكام الإجهاض الطبيعي، وإذا كان التحكم عن طريق الغذاء أو برمجة توقيت الجماع فهذا مما لا شك في إباحته.

٢ - مدى ارتكاب محظورات شرعية أثناء القيام بذلك، كحصول كشف للعورات[٢٩٤]، فإن معظم عمليات التحكم بجنس الجنين فيها كشف عورات، وكشف العورة متفق على حرمته، أما تحديد جنس المولود فيتردد بين الإباحة والحظر، فإذا اعتبرنا حكمه الإباحة، وحكم كشف العورة الحرمة، فاعتمادا على قاعدة إذا اجتمع الحلال والحرام غلب الحرام[٢٩٥]، كان تحديد المولود بناء على ذلك محرما.

٣ - إذا توبعت العملية بتلقيح صناعي فينطبق عليها عندئذ حكمه الذي أقرت بمشروعيته معظم الدراسات الفقهية المعاصرة، والمؤتمرات والندوات الفقهية[٢٩٦]، وذلك بوجود بعض الضوابط، أهمها أن تكون النطفة والبويضة من زوجين حيين، الزوجية قائمة بينهما.

٤ - مدى احتمال حصول تشوه للجنين بحسب الطريقة المتبعة، وتذكر الدراسات الحديثة عدم خلو الطرق الحديثة من مخاطر التشوه[٢٩٧]، خصوصا الفرز اعتمادا على الكتلة الجينية عن طريق الصباغ الفلوري وغيره، واستخدام الأشعة فوق البنفسجية، ولما كان درء المفاسد مقدما على جلب المصالح كان استخدام هذه الطرق محرما لاحتمال ولادة جنين مشوه بهذه الطرق.

٥ - كون الحالة علاجية أم حالة اختيار فردية ليس لها علاقة بالعلاج، إذ إن هناك حالات يكون أحد الأبوين أو كلاهما مصابا بمرض وراثي، ينتقل هذا المرض عن طريق الصبغي الجنسي x Chromosome كالهيموفيليا، وبعض أنواع اضطراب ضمور العضلات، وغيرها[٢٩٨]، فالسعي إلى إنجاب مولود أنثى يبعد احتمال حصول المرض عنها، فاختيار جنس المولود في هذه الحالة يعد حالة علاجية تنطبق عليها أحكام المداواة التي تتردد بين الإباحة والندب[٢٩٩].

٦ - والأمر الأخير هو حجم الضرورة الاجتماعية التي تستدعي التدخل لتحديد جنس الجنين، ففي بعض المجتمعات، كالمجتمعات الشرقية يعتبر إنجاب الإناث كعدمه، وقد يتهدد هذا الأمر كيان الأسرة التي تحوي عددا كبيرا من الإناث، بينما يطمح الزوجان إلى إنجاب ولد ذكر، الذي هو في أصله مباح، قال تعالى على لسان سيدنا زكريا: ﴿**فهب لي من لدنك وليا يرثني**﴾ مريم /٥ - ٦، ولما كانت المحافظة على الأسرة حاجة قد تنزل منزلة

الضرورة(٣٠٠) كان السعي إلى إنجاب ولد ذكر هنا عن طريق التحكم في جنس الجنين جائزا، حتى لو أدى ذلك إلى كشف عورة، فالضرورة تبيح المحظور(٣٠١)، ولكن بشرط اختيار الطرق الآمنة التي يندر فيها احتمال حصول تشويه للجنين، وألا تكون الطريقة متفقا على حرمتها(٣٠٢).

خلاصة حكم التحكم في جنس الجنين:

إن الأصل في التحكم في جنس الجنين هو الإباحة، إلا إذا كانت الطريقة المستخدمة، أو بعض عناصرها ممنوعة - وذلك هو الغالب - فيحرم بسببها، وفي بعض الحالات يكون الحصول على مولود من جنس معين حاجة ملحة قد تصل إلى الضرورة، فيمكن التساهل في ارتكاب بعض هذه المحظورات للوصول إلى الجنس المقصود، وفي حالات قليلة يكون فيها التحكم في جنس الجنين حالة علاجية، ففي هذه الحالات يكون للتحكم حكم التداوي.

أما عن موقف القانون:

اختلفت المواقف والتشريعات القانونية بشأن التحكم بجنس الجنين بين معارض ومؤيد، حيث حظرت معظم التشريعات الأوروبية من اختيار النوع بصفة عامة، إلا لأسباب طبية؛ فقد نص القانون الألماني في مادته الثالثة ١٣/ مارس ١٩٩٠على حظر أي محاولة لاختيار جنس المولود(٣٠٣)، كما أن المجلس الأعلى للصحة بتركيا حظر اختيار النوع عن طريق وسيلة فرز الحيوانات المنوية، كما برز في تشريعات عديدة استثناء الدواعي العلاجية لاختيار جنس المولود من عموم الحظر، ومن هذه الدول إسبانيا والنرويج وبريطانيا وألمانيا وفرنسا، وأيضا قرارات الهيئات المعنية بهولندا وتركيا(٣٠٤).

وقد نصت الاتفاقية الأوروبية حول حقوق الإنسان والطب الحيوي ١٩٩٦ في المادة ١٤، أنه لا يقبل استخدام تقنيات المساعدة الطبية للإنجاب في اختيار نوع الطفل إلا بغرض التخلص من مرض وراثي خطير مرتبط بالنوع»(٣٠٥).

وقد حصر المشرع الفرنسي التدخل التشخيصي المبكر في الحمل بالأغراض الطبية العلاجية، فدل ذلك على حظره اختيار جنس المولود (٣٠٦).

أما عن المؤيدين للتحكم بجنس الجنين، فمن ذلك ما أصدرته لجنة العلوم والتكنولوجيا التابعة لمجلس العموم البريطاني من ضرورة احترام حق الأبوين في اختيار جنس الجنين، وأيضا ما صرح به خبير الخصوبة روبرت وينستون بأنه ما المانع من أن نتعاون مع الأبوين في اختيار جنس المولود (٣٠٧).

كما أيدت دراسات قانونية عربية منع التحكم في جنس الجنين، أما التشريعات العربية فالغالب عدم تناول هذا الموضوع أو سن تشريعات له(٣٠٨).

المطلب السادس : أحكام استنساخ الأنسجة والأعضاء :

أصبح معروفا ما تتمتع به الخلايا الجذعية أو ما يسمى بخلايا المنشأ Stem cells التي يتألف منها الجنين في أيامه الأولى، من إمكانات تستطيع أن تنتج بعد عزلها وزرعها أنسجة وأعضاء بشرية مختلفة، كما يمكن توجيه برمجتها الجينية لإنتاج الأنسجة والأعضاء المطلوبة[٣٠٩]، كما أن جسم الإنسان المولود يحوي أنواعا من هذه الخلايا التي يستفاد منها في استنساخ الأنسجة الموجودة وتسمى بالخلايا الأرومة أو خلايا المنشأ البالغة Stem cells Adult، وهي الخلايا التي يفسر من خلالها التآم الجروح والكسور، حيث تقوم هذه الخلايا الفتية بتعويض هذا النسيج ما فقده من خلايا ه المتنوعة، وقد تطورت كلتا الطريقتين - أي استنساخ الخلايا الجذعية في الإنسان المولود أو من الجنين - تطورا كبيرا، وفتحت أمام العلماء أبوابا كثيرة لإيجاد حلول للكثير من الأمراض[٣١٠] التي أساسها نقص في بعض أنواع الخلايا والأنسجة كداء السكري[٣١١]، وداء باركنسون[٣١٢]، والعقم، وغيرها. وإن استخدام هذه الخلايا في الإنسان المولود سواء كان بالغا أو صغيرا بعمليات استنساخ أنسجة أو أعضاء ثم الاستفادة منها في العلاج، هو أمر مباح في الشرع والقانون، حيث تشتق مشروعيته من إباحة أصل التداوي، كما أن الاستفادة منها لا تقتضي الدخول في الاستنساخ التوالدي، ولكن ما اختلف فيه الفقهاء والقانونيون، فضلا عن الأطباء أنفسهم، هو النوع الأول، أي الاستفادة من الخلايا الجذعية المعزولة من الجنين في أيامه الأولى أو من البيضة الملقحة في استنساخ أنسجة وأعضاء، ليصار إلى استخدامها لأغراض استشفائية، وكان الفريق الغالب هو الذي أباح استخدامها، فالذي أباح إسقاط الجنين دون عذر قبل نفخ الروح أو قبل الأربعين يوما - حيث قد تؤدي عملية العزل هذه إلى إسقاط الجنين - أباح ذلك من باب أولى، لأن في ذلك تحقيقا لغايات علاجية، وهي تشكل حاجة قد تنزل منزلة الضرورة، أما الذين قالوا بمنع إسقاط الجنين في كل مراحله، فيمكن دراسة مشروعية استخدام خلايا المنشأ بالإباحة أو المنع، لأجل استنساخ الأنسجة والأعضاء وزرعها لغايات استشفائية عندهم بناء على الأساسات التالية:

١ - حرمة جسد الآدمي، التي ينتج عنها تضييق الفقهاء لأنواع التصرفات في جسد الآدمي بشكل عام[٣١٣]، ومن ذلك حرمة التعدي على الجنين في أيامه الأولى، لأجل عزل خلايا المنشأ منه، واستنساخها ليصار إلى الاستفادة منها، وقد سبق الحديث عن حرمة الجنين ومشروعية إسقاطه، فكان الغالب في النظر القانوني إباحة إسقاط الجنين قبل اليوم الثامن عشر من عمر الجنين، والمنع في ما بعد ذلك، بينما رجحت الدراسة في النظر الشرعي الرأي القائل بجواز إسقاط الجنين قبل مضي الأربعين يوما الأولى من عمر الجنين، وتحريم الإسقاط بعد ذلك.

٢ - الأخذ بعين الاعتبار عددا من الكليات في الشرع من ذلك ما عرف بالضروريات الخمس، وهي على الترتيب الدين، النفس، العقل، المال، العرض أو النسب، ومنها قاعدة

الضرر يزال، وارتكاب أخف الضررين لدفع أشدهما، ومنها انقسام الحقوق الشرعية، ومنها الحقوق على جسد الآدمي، إلى قسمين حق لله وحق للعباد [٣١٤]، ويتفرع عن هذه الكليات و القواعد جملة من الأحكام التالية التي تفيد في البحث، والتي هي استثناء من أصل حرمة التصرف في أجزاء الآدمي عند الفقهاء:

أ - إباحة أكل من أشرف على الهلاك من مهدر الدم أو من ميتة الآدمي عند الشافعية[٣١٥] والحنابلة[٣١٦]، وكذلك إباحة أكل ميتة الآدمي للمضطر عند الشافعية[٣١٧] وبعض الأحناف[٣١٨] وبعض المالكية[٣١٩].

ب - أجاز بعض الشافعية وصل عظم الإنسان الحي بعظم الميت إذا كان ينجبر به، فقد جاء في حواشي الشرواني على تحفة المحتاج: «ثم الظاهر إطلاق الوصل بعظم الآدمي»[٣٢٠].

٣ - الاستفادة من مشروعية زرع الأعضاء، إذ إن منشأ الأنسجة أو الأعضاء الناتجة عنها هو منشأ بشري، فبعد استنبات خلايا المنشأ، لتكون النسيج أو العضو لا تتغير طبيعتها البشرية، فيكون أخذ هذا النسيج أو العضو بعد استنباته، لأجل زراعته في مريض محتاج إليه يدخل ضمن معنى زرع الأعضاء البشرية، فيستفاد من مشروعية زرع الأعضاء التي تناولتها دراسات وندوات فقهية عديدة، وقد رجحت معظم هذه الدراسات جواز إجراء نقل وزرع الأعضاء رغم استحضارها لحرمة الجسد وذلك بشروط، ومن أهم هذه الشروط أن تكون هناك ضرورة لذلك، وأن تكون فقط لأهداف علاجية، وأن يتعين هذا الطريق من العلاج، وأن يظن الشفاء في ذلك غالبا، وأن يأذن المعطي والآخذ أو أولياؤهما في ذلك، وأن يكون المعطي ميتا أو مهدر الدم، أما إن كان حيا معصوم الدم، فبشرط ألا يؤثر ذلك في سلامته، وأن يتأكد من موت الميت إذا كان المتبرع ميتا، وألا يؤثر العضو المتبرع به في خلط الأنساب، كالذي يتبرع بخصية أو مبيض أو بمنتجاتهما[٣٢١].

٤ - إن عزل الخلايا من الجنين في أيامه الأولى واستنساخ أنسجة منها لغايات علاجية يعتريهما ثلاث مفاسد[٣٢٢]:

أ - مفسدة إتلاف الجنين، وهي أهون بكثير من إتلاف الآدمي أو جزء منه، لأن الجنين قبل نفخ الروح ليس آدميا، وخصوصا في أيامه الأولى.

ب - مفسدة كشف العورة للمرأة المتبرعة، وهي مفسدة أقل في رتبتها من مفاسد كثير من الأمراض، فضلا عن الأمراض المستعصية، حتى أذن الشرع بتحملها للعلاج.

ج - مفسدة المعاناة التي ستعانيها الأم المتبرعة من جراء الإسقاط وهي مفسدة مؤقتة، وتعد بسيطة في ميزان أهل الاختصاص، هذا فضلا عن أن هذه المفاسد الثلاث قد تتخلف في بعض الصور، كأن يكون إسقاط الجنين تم لسبب آخر، أو كان الجنين من بويضة مخصبة زائدة من أطفال الأنابيب.

فإذا نظرنا إلى القواعد الكلية المذكورة و إلى ما أباحه الفقهاء في ما تقدم من الفروع الفقهية، إضافة إلى جواز زرع الأعضاء، فإن الاستفادة من خلايا الجنين في أيامه الأولى باستنساخ أنسجة وأعضاء منها، ثم الاستفادة منها لإنقاذ حياة مريض أو إنقاذ عضو من أعضائه لهو مباح بما هو أولى من الفروع الفقهية المذكورة أو زرع الأعضاء، وليس في ذلك اعتداء على كرامة الإنسان من أي وجه، بل هو تحقيق لتلك الكرامة، كما أن المفاسد المذكورة ليست معتبرة شرعا إذا ما قيست بمفسدة ضياع النفس أو تفويت مصلحة بعض أعضاء الجسم(٣٢٣)، إضافة إلى أن مفاسد الاستنساخ التوالدي التي ذكرها العلماء غير موجودة في هذا النوع من الاستنساخ، وأهم مفسدة هي تغيير سنة الله في الإنجاب، التي تعد الأسرة المؤلفة من زوجين ذكر وأنثى هي طريقها الصحيح والطبيعي، فهذه الطريقة ليس فيها إنتاج إنسان كامل بل بعض الأنسجة التي تخدم في عمليات استشفائية، وإن هذا الكشف العلمي والاستفادة منه، قد يكون فيه تحقيق لمعنى الآية: ﴿يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالإِنسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَن تَنفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ فَانفُذُوا لاَ تَنفُذُونَ إِلاَّ بِسُلْطَانٍ﴾ الرحمن/ ٣٣ .

وقد يكون المريض غير مشرف على الهلاك، بل به علة يستطيع أن يتعايش معها، وهي لا تهدد حياته من أي وجه، ولكن - بحسب القواعد المذكورة - فإنه ليس ثمة فرق في الحكم بين أن تكون ضرورة المستفيد في نطاق استنقاذ حياته أو في نطاق الاستفادة من استبدال عضو تالف بعضو سليم، أو التخلص من مرض عضال - كداء السكري أو داء باركنسون - يؤرقه ويسبب له آلاما ومتاعب، فهي إذا كانت في منزلة الحاجات إلا أن الحاجات تنزل منزلة الضرورات، إذ مهما كان قدر الفائدة العائدة إلى المريض صاحب الجسد المحترم والمصون في كل الشرائع البشرية، فإن رعايتها أرجح في ميزان المصالح الشرعية من رعاية حياة هذه البويضة التي أخصبت منذ عدة أيام، أو الجنين الذي لم يبلغ من العمر سوى بضعة أيام.

تأسيسا على ما سبق، فإن استنساخ الأنسجة والأعضاء، باستخدام خلايا المنشأ Stem cells، أو ما يسمى بالخلايا الجذعية للجنين، والمأخوذة منه في عمر عدة أيام وقبل بلوغ اليوم الأربعين، والاستفادة من هذه الأنسجة والأعضاء المستنسخة، في معالجة مرضى، أمر مباح(٣٢٤)، لكنه مقيد ببعض الشروط:

١ - أن تكون هناك ضرورة للقيام بذلك، وهذا يتجلى برعاية أمرين: **الأول**: أن يتعين هذا الطريق طريقا وحيدا للعلاج، ولا يوجد طريق علاجي آخر يساويه، أو يفضله في القدرة على الشفاء، كأن يتم العلاج عن طريق توليد الأنسجة والأعضاء من الخلايا الجذعية من الإنسان البالغ Adult Stem Cell، سواء المصاب نفسه أو إنسان آخر عندها يتعين هذا الطريق للعلاج ولا يجوز التدخل في خلايا الجنين، أما إذا لم يستطع هذا الطريق العلاجي تحقيق الشفاء، ولا أي طريقة علاجية أخرى، عندها يلجأ إلى استنساخ الأنسجة من الأجنة؛ وسبب كون الأمر

منوطا بالضرورة هو أن هذه الأنسجة المستنسخة هي أنسجة بشرية، فهذا يكسبها حرمة تعدل حرمة جسد الآدمي، فلا يجوز التعدي على هذه الحرمة إلا إذا كانت هناك ضرورة لذلك.
الأمر الثاني: أن يكون العلاج المطلوب تحقيقه علاجا معتبرا شرعا، فيخرج من ذلك الجراحات التجميلية التي نصت الدراسات الحديثة على تحريم القيام بها [٣٢٥].

٢ - أن تكون نسبة نجاح العلاج تورث عند الأطباء غلبة ظن، وذلك بالاعتماد على نجاح التجارب المتكررة السابقة، أما إذا ظن الأطباء عدم النجاح، فلا يجوز عندئذ الخوض بها اعتمادا على كون المداواة التي يتوهم منها الشفاء ممنوعة، كما مر في بحث التداوي.

٣ - أن تكون الأجنة التي تجرى عليها عمليات عزل الخلايا واستنساخها هي أجنة آيلة إلى الزوال أصلا، كالبويضات المخصبة الزائدة بعد تلقيح صناعي، أو كالجنين الذي عمره أيام وقد سقط من إجهاض طبيعي، أما أن يلجأ إلى إهدار البيضة المخصبة أو الجنين، لأجل هذا التطبيق فقط، فهذا لا يتم إلا إذا عدم غيره.

٤ - ألا تؤدي عمليات استنساخ الأنسجة والأعضاء إلى اختلاط في الأنساب، كأن يتم استنساخ خصية أو مبيض من هذه الخلايا، أو أي جزء من أجزاء الجهاز التناسلي، يظن أنه يؤدي إلى اختلاط الأنساب، ثم زراعتها لفاقد أحدهما، فهذا يؤدي إلى اختلاط في الأنساب، التي يعد حفظها من الضروريات الخمس في الشرع [٣٢٦].

بقيت عدة أمور تتعلق بالبحث لا بد من ذكرها:

الأول: إن صاحب الحق في الإذن بالقيام بعزل الخلايا الجذعية من الجنين أو البيضة الملقحة لاستنباتها هما الزوجان صاحبا النطفة والبويضة، لأن الجنين في هذه المرحلة من حقهما، وذلك ليس من جهة النيابة الشرعية، لأن النيابة تكون عن الآدميين فقط [٣٢٧]، والجنين قبل نفخ الروح ليس كذلك، ولا من جهة الإرث، لأن الجنين لا يورث [٣٢٨]، وإنما من جهة أن بقاءه يحقق حاجة لهما، فهو حق يختصان به دون غيرهما، أما من الناحية القانونية فقد انقسم القانونيون إلى فريقين: غالب عدها حقا للزوجين، والفريق الآخر أعطى هذا الحق للطبيب [٣٢٩].

الثاني: إن إيجاد بنوك لهذه الأنسجة المستنسخة لا يتنافى مع شرط الحاجة والضرورة في ذلك، وذلك لأن المصالح والمفاسد المتوقعة كالمصالح والمفاسد الواقعة، يقول العز بن عبد السلام في تعليل بعض الفروع الفقهية التي روعي فيها مصلحة متوقعة: «فإذا قيل كيف يحرم تحصيل مصلحة ناجزة محققة لتوقع مفسدة مهملة؟ قلنا: لما غلب وقوع هذه المفسدة جعل الشرع المتوقع واقعا، والشرع قد يحتاط لما يكثر وقوعه احتياطه لما تحقق وقوعه» [٣٣٠].

وإذا أصبحت نتائج هذا النوع من العلاجات ناجحة بنسبة كبيرة، قد يصل تأمين هذا النوع من البنوك إلى مستوى الفرض الكفائي.

الثالث: إذا تعين الطريق الوحيد للحصول على الخلايا الجذعية باستخدام جنين طبيعي غير آيل للسقوط ولا زائد من تلقيح اصطناعي، إذا تعين ذلك، ففي هذه الحالة لا يحق للزوجين أصحاب النطفة والبويضة التي تشكل منها الجنين، في أي حال من الأحوال أن يتقاضوا مقابل ذلك مالا أو أجرا، حيث يقاس ذلك على حكم بيع الأعضاء الذي حرمته جميع الدراسات والندوات المعاصرة الشرعية منها والقانونية (٣٣١)، إذ إنه توجد جملة من الشروط اشترطها الفقهاء في المبيع، منها: (٣٣٢) أن يكون المبيع شيئا ينتفع به، وهذا الأمر محقق في الخلايا المعزولة لاستنباتها لأجل العلاج، ومنها أن يكون مملوكا، وهذا غير متحقق بالجنين ولا بخلاياه، فهي مملوكة المنافع، لكن ليست مملوكة العين، كسائر أعضاء جسم الإنسان، ومنها أن يأذن الشارع بالانتفاع به في وجه من الوجوه لغير ضرورة(٣٣٣)، وهذا غير متحقق بالجنين أو بخلاياه أيضا، فدون حالة الضرورة لا يجوز الانتفاع به، لذلك يحرم بيع الجنين أو أجزاء منه في كل الأحوال(٣٣٤).

فإذا صح ما سبق عن الخلايا الجذعية، فماذا عن الأنسجة والأعضاء المستنسخة التي نتجت عنها؟ التي ستتم الاستفادة منها في الزراعة والعلاج؟ فهل يصح أن يتقاضى الطبيب أو الجينومي مقابلا عنها؟

إن قواعد الشرع العامة لا تمنع من ذلك، إذ إن المال المأخوذ في هذه الحالة ليس عوضا عن بيع هذه الأنسجة المستنسخة، بل هو عبارة عن أجر عمليات استنبات الخلايا المعزولة، والتي علم أنها مهدرة القيمة ولا يجوز بيعها، وأجر تحويلها إلى أنسجة وأعضاء يستفاد منها في العلاج، فكما لا يجوز بيع الخلايا المعزولة، كذلك لا يجوز بيع الأنسجة المستنسخة قياسا عليها، لكن يمكن العدول عن هذا القياس إلى قياس خفي(٣٣٥)، نستنتج منه الإباحة استحسانا، إذ إن عملية الاستنساخ هذه تتطلب أجهزة ومعدات ومواد باهظة الثمن، فهي تشبه تصنيع الدواء بالنسبة إلى الإنسان، حيث لم يقل أحد بحرمة بيعه، فبقياس هذه النسج المستنسخة، على الدواء يمكن لها أن تأخذ حكمه.

الرابع: قد لا تؤدي عملية عزل الخلايا إلى إتلاف الجنين أو حتى الإضرار به، ففي هذه الحالة يبقى الأمر على مشروعيته، إذ يقاس عندها على زراعة الأعضاء مع زيادة وصف هو عدم الإضرار مطلقا بالمتبرع المعطي، مما يؤكد صحة مشروعيتها، لما في ذلك من تحقيق مصلحة معتبرة دون أن يكون مع تحقيقها أي مفسدة.

الخامس: إن المرحلة التي تعزل فيها الخلايا الجذعية غالبا ما تكون في الأيام الأولى للجنين، حيث تكون لها قدرة كبيرة على تشكيل الأنسجة، ولكن قد تعزل هذه الخلايا من الجنين في كل مراحله، فإذا لم يؤد ذلك إلى الإضرار بالجنين أو إسقاطه، فهذا يأخذ الحكم نفسه في الحالة السابقة، أما إذا أدى ذلك إلى إسقاط الجنين أو الإضرار به، فيتبع ذلك

المرحلة العمرية، فالتحريم القطعي يكون بعد نفخ الروح، أما قبل نفخ الروح بعد الأربعين يوما، فإنه يباح عند من يقول بجواز الإجهاض قبل نفخ الروح، أما جمهور العلماء القائلين بتحريم الإجهاض في هذه المرحلة، فيباح عندهم بالشروط المذكورة سابقا، إلا أنه لما كان الجنين في هذا العمر يكتسب حرمة أكبر من الجنين في عمر أيام أو قبل الأربعين يوما، كان إعمال الضرورة أشد في هذه الحالة، لأن مفسدة إسقاط الجنين في عمر تجاوز الأربعين يوما أكبر منها قبل ذلك.

السادس: قد يتم عزل خلايا المنشأ Stem cells من خلايا جنين تم استنساخه بطريقة الاستنساخ التوالدي، لكي تكون هذه الخلايا والأنسجة مطابقة تماما لخلايا المستنسخ منه المحتاج للعلاج، ثم يتلف الجنين بعد أخذه الخلايا الجذعية التي سوف تحول إلى الأنسجة أو الأعضاء المطلوب استخدامها لأغراض علاجية له، أو لأحد أفراد أسرته؛ فتكون هذه الطريقة جمعت كلتا الطريقتين، وهي ما يوصف بالاستنساخ العلاجي، فإذا انطبقت عليه شروط إباحة الاستنساخ التوالدي المذكورة في الدراسة، ما عدا قصد الإنجاب؛ إذ إن القصد هنا ليس الإنجاب، بل العلاج، فإذا تحققت تلك الشروط، إضافة إلى تحقق شرط آخر، وهو تعين هذه الطريقة للعلاج، حيث لم ينجح أي علاج آخر، ولم تفد طريقة استنساخ النسيج أو العضو المطلوب عن طريق عزل الخلايا الجذعية من جنين حصل من تلقيح طبيعي، عندها ليس هناك من ما نع شرعي لذلك، وذلك انطلاقا من أصل مشروعية التداوي، فحيث أباحت الدراسة الاستنساخ التوالدي بسبب عقم الزوج بالشروط المذكورة، وهو نوع من التداوي والعلاج، فلأن يكون الأمر هنا مباحا من باب أولى، وخصوصا إذا علمنا أن نسبة نجاح العلاج في هذه الحالة كبيرة نظرا لكون الأنسجة المستنسخة بهذه الطريقة تحمل الصيغة الصبغية نفسها للمريض، ولن يكون هناك غالبا رفض للأنسجة التي سوف تزرع [٣٣٦].

أما عن الجانب القانوني:

إن الغالب في القوانين الغربية هو الميل إلى إباحة الأبحاث المجراة على الخلايا الجذعية المعزولة من الأجنة[٣٣٧]، حيث أصدر القانون السويسري قانونا جديدا في نهاية ٢٠٠٣ م يقضي بالسماح بإجراء الأبحاث على الخلايا الجذعية، بشرط ألا يكون عمر الجنين قد تجاوز سبعة أيام، وهو آيل إلى التلف سواء بإجهاض، أو بيضة مخصبة زائدة، والجدير بالذكر أن سويسرا من الدول الأكثر صرامة في التعامل مع الأبحاث على الأجنة البشرية[٣٣٨]، وفي بريطانيا يسمح بإجراء بحوث على الأجنة البشرية في حدود ١٤ يوما من نشوئها[٣٣٩]، بغرض التغلب على مشكلات الخصوبة البشرية، بموجب قانون صدر عام ١٩٩٠م، وفي الآونة الأخيرة تطور هذا القانون، ليشمل الأبحاث على الخلايا الجذعية، حيث افتتح في ١٧ نوفمبر ٢٠٠٤ أول بنك للخلايا الجذعية في العالم، يتيح للعلماء من شتى أنحاء العالم إجراء الأبحاث على هذه الخلايا[٣٤٠]، وفي الولايات المتحدة الأمريكية

وافقت الإدارة الأمريكية على تمويل بحوث تشمل الخلايا الجذعية المستخرجة من الأجنة البشرية، كما أوصت هيئة الإخصاب والأجنة البشرية واللجنة الاستشارية للعلوم الجينية البشرية بالموافقة على الاستنساخ البشري للأغراض العلاجية[٣٤١].

وقد قررت اللجنة الفرعية اليابانية لأخلاقيات الأبحاث الطبية بمجلس سياسة العلوم والتكنولوجيا، الذي يرأسه رئيس الوزراء الياباني الأول من يوليو ٢٠٠٤ السماح باستنساخ أجنة بشرية لأغراض بحثية لاستخراج خلايا المنشأ منها[٣٤٢]، ويعتمد فريق المعارضين للتطبيقات على خلايا المنشأ الجنينية أن في خلايا المنشأ البشرية غير الجنينية Cells Adult Human Stem ما يغني عن الجنينية، وهي موجودة في الإنسان البالغ، وتمتلك قدرات مشابهة لخلايا المنشأ الجنينية، وإن كانت أقل كفاءة، وفي كل يوم يكتشف العلماء قدرة جديدة لخلايا المنشأ، ويتوقعون فيها فتح آمال جديدة لتحقيق جميع العلاجات التعويضية للأنسجة عن طريقها، وذلك بتوجيه برمجتها الجينية لتشكيل النسيج المطلوب زراعته أو التعويض به، حيث استطاع باحثون أمريكيون تحويل خلايا جذعية لدى إنسان إلى خلايا عصبية عن طريق تغيير برمجتها الجينية، وخلايا جذعية دموية إلى خلايا كبدية[٣٤٣]، والواقع أن النظر القانوني في المسألة يعتمد على قضيتين: الأولى: تتعلق بأن يتم عزل الخلايا ضمن الفترة التي يسمح فيها بإلغاء وجود الجنين، وذلك ضمن فترة الأيام الأربعة عشر الأولى من عمره، وعلى أكثر تقدير على رأي بعض القانونيين الأيام الثمانية عشر الأولى، نظرا إلى أنه غالبا ما يتم إتلاف الجنين بعد أخذ الخلايا، والثانية: أن تكون الغاية التي يتم لأجلها هذا العمل غاية علاجية فقط، تتوجه فقط إلى مصلحة المرضى، وطلبا لشفائهم. فبتحقق هذين الشرطين يرى النظر القانوني إباحة عمليات استنساخ الأنسجة والأعضاء لغايات علاجية [٣٤٤].

المبحث الرابع: أحكام البحث العلمي في الجينات البشرية

تعتمد معرفة مشروعية البحث العلمي في الطب على التوصل إلى نقطة التوازن بين الحاجة إلى اكتساب المعرفة اللازمة التي تقتضي مساعدة المرضى على الشفاء، وبين ضرورة احترام الإنسان، وعدم المساس بجسده[٣٤٥]، من ناحية أخرى فإن هذه المشروعية تستمد من مشروعية التطبيب وتعلم الطب، حيث جمهور الفقهاء - كما مر - قالوا إنها من الفروض الكفائية، والواقع أن الفرض الكفائي هو المداواة والتطبيب، وتعلم الطب هو الطريق الموصل إليه، فيكون تعلم الطب فرضا حسب قاعدة ما لا يتم الواجب إلا به فهو واجب[٣٤٦]، وإن تعلم الطب لا يكتب له الاستمرار إذا لم يتضمن أعمالا بحثية تهدف إلى تطوير علم الطب، والسمو به إلى أعلى المستويات بما يخدم بني البشر عموما والمسلمين خصوصا، فيكون استمرار تعلم الطب مرتبطا بقيام أعمال البحث العلمي الطبية، وطبقا للقاعدة المذكورة، فإن البحث العلمي يعد من الفروض الكفائية

التي إن لم يقم بها البعض على المستوى المطلوب كمّا ونوعا أثمت الأمة، وإن قام بها البعض على المستوى المذكور سقط عن باقي الأمة، والبعض في هذه القضية هم الذين يقومون بتأدية هذا الفرض من الأطباء وعلماء الجينات.

تعد الأمة الإسلامية والعربية من هذا القبيل آثمة بالجملة، وذلك ليس على صعيد الطب فحسب، بل في كل العلوم وعلى مستوياتها إلا من رحم ربي، وذلك لما ابتليت به هذه الأمة من تقصير شديد في هذا الميدان.

فما دام البحث العلمي في الدول الإسلامية قليلا أو معدوما، فإن تحمل الدول الغربية المتقدمة عناء هذا الأمر، يجعل تطبيق أحكام الفرض الكفائي متعثرا، ولكن يمكن أن يدرس ذلك من خلال دراسة مقتضيات تحقيق وإنجاز البحث العلمي في أمتنا.

ستتناول الدراسة قضيتين: الأولى: مشروعية البحث العلمي في الجينات، والثانية: مشروعية حماية نتائج الأبحاث العلمية في الجينات ببراءة اختراع.

المطلب الأول: مشروعية أعمال البحث العلمي في الجينات البشرية

إن دراسة مشروعية البحث العلمي تنطلق من أمرين أولهما: النتائج التي توصلت إليها الدراسة في كل الفصول السابقة، بما يتعلق بمشروعية التطبيقات على الجينات البشرية، وثانيهما: مشروعية الطريقة التي يسلكها البحث العلمي وعدم إساءتها لحرمة جسد الآدمي، فبناء عليه تقسم الأعمال البحثية في الجينات البشرية من هندسة وراثية وعلاج جيني واستنساخ وغيرها بحسب مشروعية التطبيقات عليها إلى قسمين

أ - أبحاث في التطبيقات المحرمة:

إذا تقرر منع تطبيق ما في الجينات البشرية كالتدخل التحسيني في الخلايا التناسلية أو في البيضة المخصبة، فإن أي عمل بحثي يكون الهدف منه تطوير جانب من جوانب هذا الميدان يكون له الحكم نفسه، حتى ولو كانت الوسيلة التي اتبع به البحث العلمي مباحة، لأن ما أفضى إلى حرام حرام مثله، جاء في إعلام الموقعين: «فإذا حرم الرب تعالى شيئا، وله طرق ووسائل تفضي إليه، فإنه يحرمها ويمنع منها تحقيقا لتحريمه»[٣٤٧]، وجاء في القواعد الكبرى: «للوسائل أحكام المقاصد»[٣٤٨].

على هذا تكون جميع الأبحاث على التطبيقات التي ثبت تحريمها ممنوعة محرمة.

ب - أبحاث في التطبيقات المباحة[٣٤٩]:

لما كانت الأبحاث العلمية فرضا كفائيا، ولما تقيد هذا الفرض الكفائي في هذا النوع بشرط السلامة من خلال بحثه في التطبيقات المباحة على الجينات، حكم بإباحة[٣٥٠] مثل هذه الأبحاث، إلا أن جوازها مقيد بأن تكون وسيلته مشروعة، حسب الأصول العامة في الشرع، فكما أن الغاية يجب أن تكون مشروعة، كذلك يجب أن يكون الطريق إلى تحقيق هذه الغاية

مشروعة أيضا، جاء في فتح الباري: «إذا تجردت الوسيلة عن المقصد لم يحصل المرتب على المقصود»[٣٥١]، وجاء في القواعد الكبرى: «إن الشرع يثيب على الوسائل إلى الطاعات كما يثيب على المقاصد»[٣٥٢]، فتطبيق الواجب مقيد بشرط السلامة، أي بإباحة الوسيلة التي يتم من خلالها تحقيق هذا الفرض، إذ الغاية لا تبرر الوسيلة، وعليه فالبحث العلمي في التطبيقات المباحة في الجينات البشرية يجب أن يكون بوسيلة مباحة، فإن كانت الوسيلة محظورة، فلا يصح امتطاؤها، إلا إذا تعينت، وكان هناك ضرورة أو حاجة كبيرة تدفع لذلك، فالبحث العلمي على جنين نفخ فيه الروح قد يؤدي إلى تشوه هذا الجنين هو بحث ممنوع.

وعليه فأعمال البحث العلمي تخضع للقيود التالية:

١ - أن يكون الهدف من الأبحاث الفائدة للبشرية [٣٥٣].

٢ - أن يتعين البحث العلمي في الخلايا أو الأجزاء الآدمية، حيث لم تف الحيوانات بالغرض، وكلما أمكن الاستعاضة بالبحث في الحيوانات، أو في أي نوع من أنواع الكائنات الحية منع استخدام الآدمي أو أجزائه نظرا لما يتمتع به من حرمة [٣٥٤].

٣ - أن يسلك طريق السلامة ما أمكن، فكلما وجد طريقة من طرائق البحث العلمي في جزئية معينة تحقق الغاية المرجوة منها، وعلم ملكها لهامش أمان مرتفع نتيجة التجربة والتكرار على الحيوان تعينت هذه الطريقة، ولا يجوز استخدام طريقة أخرى أقل أمانا منها، أو طريقة جديدة غير مجربة لاعتبارات أخرى مثل غلاء ثمن الطريقة الآمنة، أو صعوبتها [٣٥٥].

٤ - عند التجريب على الحيوان يجب أن ينضبط الباحث بما أوجبه الشرع في التعامل مع الحيوان، من الامتناع عن تعذيبه، من ذلك أن يحد شفرته إذا أراد ذبحه أو اقتطاع جزء منه، ومنه ألا يهمل إطعامه والاهتمام به، وكذلك ألا يهدر مأكول اللحم منه، وأن يذكى ذكاة شرعية بعد الانتهاء منه لكي يصح أكله، وما إلى ذلك من الأوامر الشرعية، وكل ذلك إذا لم تدع ضرورة إلى تجاوز أمر من هذه الأمور، فإذا دعت الضرورة إلى ذلك، فيمكن أن يتم التجاوز بحدود هذه الضرورة [٣٥٦].

٥ - اختيار مادة البحث العلمي البشرية ممن غلب عليه عدم الحرمة ما أمكن، فالإنسان الحي المولود، والجنين بعد نفخ الروح يكتسبان أعلى درجات الحرمة، أما الجنين في أيامه الأولى أو البيضة المخصبة قبل الزرع في الرحم، الغالب فيهما عدم الحرمة، كذلك الإنسان بعد موته أيضا له حرمة عدم التمثيل به فقط، وهنا التمثيل به مطلوب لضرورة، لذلك ينتقل إلى حيز الإباحة أيضا، فيكون ترتيب اختيار مادة البحث العلمي البشرية من الحرمة الأدنى إلى الحرمة الأعلى على الشكل التالي:

١ - السقط قبل اليوم الأربعين.

٢ - السقط بعد اليوم الأربعين.

٣ - الإنسان المتوفى.

٤ - الخلايا قبل التلقيح.

٥ - البويضة المخصبة قبل الزرع.

٦ - الجنين بعد اليوم الأربعين.

٧ - الجنين بعد نفخ الروح والآدمي الحي المولود.

فكلما أمكن إجراء الأبحاث على الآدمي ذي الحرمة الأدنى، كلما تعين، ولا يجوز الانتقال إلى ما هو أعلى منه حرمة.

٦ - عدم زرع البويضات المخصبة، وإسقاط الجنين في أيامه الأولى قبل أن يدخل اليوم الأربعين، إذا ظن أن الجنين أصابه تشوه أو ضرر نتيجة البحث العلمي، وإذا دعت الضرورة البحثية إلى تركه أكثر من ذلك، فيمكن إسقاطه قبل نفخ الروح كما مر، أما إذا ترك إلى ما بعد نفخ الروح فلا يصح إسقاطه عندها، ويكون قد ارتكب الباحث جريمة، حيث كان سببا في خلق طفل مشوه أو مصاب بمرض خطير. [٣٥٧].

٧ - أن تشرف الدولة على الهيئات التي تقوم بالبحث العلمي بمعنى أن تكون هذه المؤسسات مرخصة من قبل الدولة، وأن تتوافر في الباحثين الكفاءات العلمية حتى لا تكون أعمالهما نوعا من العبث غير المشروع[٣٥٨].

٨ - أن تتميز البحوث بالعدالة، فلا تكون معدة لمصلحة فئة أو طبقة على حساب باقي الفئات أو الطبقات[٣٥٩].

أما التعاقد على البحث العلمي بين المؤسسة البحثية والإنسان مادة البحث، على أن يأخذ هذا الإنسان أجرا لقاء وضع جسده تحت تصرف الباحثين، فهذا محرم شرعا، وهذا التحريم نابع من أصل تحريم بيع أجزاء من جسده كما مر، فيحرم بالتالي توابع هذا الأمر، فالتابع تابع، إذ إن إجراء عقد الإجارة على التدخل في جسده يتعارض مع مبدأ حرمة جسد الآدمي، كما أن التعاقد عليه بالطريقة المذكورة تقتضي ملكيته لهذا الجسد، وهذا غير حاصل، فملكية الجسد لخالقه وتصرفه به على جهة التوكيل [٣٦٠].

البحث العلمي من الناحية القانونية:

نصت معظم القوانين على تحريم أن يكون الإنسان حقلا للتجارب البحثية، إلا إذا كان ذلك بموافقته، وكان فيها مصلحة مشروعة له، منها ما جاء في التشريع الإماراتي المتعلق بمزاولة أصول مهنة الطب البشري المادة السابعة لعام ١٩٧٥م[٣٦١]، أما عن مشروعية البحث العلمي في أنواع التدخلات الجينية في الإنسان[٣٦٢]، فقد تناولتها المباحث السابقة، حيث تناولت مشروعية الأبحاث في كل نوع من أعمال هذه التدخلات، وما قررته القوانين من إباحة ومنع الأعمال البحثية عليها فتراجع، ولا تعاد تجنبا للتكرار[٣٦٣]. وقد تناولت بعض الدراسات

القانونية مشروعية التعاقد على البحث العلمي بين الباحث والإنسان مادة البحث، ومالت هذه الدراسات إلى جواز التعاقد على هذا العمل، ببعض الشروط وأخذ الأجر لقاء ذلك من الباحث أو المؤسسة البحثية، وقد أخذت اللجنة الوطنية للأخلاق في فرنسا بذلك [٣٦٤].

المطلب الثاني: مشروعية حماية نتائج أبحاث الجينوم ببراءة اختراع:

إتماما لموضوع البحث العلمي يوجد قضية فرضت نفسها على ساحة البحث الجيني، وهي حماية نتائج الأبحاث ببراءات اختراع، والتي اختلفت فيها الهيئات القانونية والهيئات العلمية، بين مؤيد ومعارض[٣٦٥]، حيث مالت معظمها إلى منع ذلك، من ذلك المكتب الأوروبي للاختراعات[٣٦٦]، وكذلك القانون الياباني، وتتزعم هذا الاتجاه اللجنة القومية الفرنسية للأخلاق، إلا أنها لم تستبعد مسألة البراءة عن المشتقات الناتجة عن هذه المعارف العلمية، بينما ترى لجان علمية وقانونية أخرى وعلى رأسها المحكمة العليا للولايات المتحدة الأمريكية[٣٦٧] ضرورة حماية الجين البشري ببراءة اختراع[٣٦٨].

ويستند معارضو حماية نتائج الأبحاث ببراءة اختراع إلى المبادئ التالية[٣٦٩]:

- خروج الجسد البشري عن منطق التعامل القانوني.
- اعتبار الجين البشري ملكا للإنسانية.
- عدم قابلية المعلومات العلمية للتملك، إذ لا يمكن وصف المعلومات الجينية الناتجة عن البحث العلمي بالاختراع بل يوسم بالاكتشاف.
- يجب إيداع عينة من الكائن الحي لكي يتمكن المشتري من الاستفادة من الاختراع، وهذا ما لا يمكن تحقيقه في ذلك[٣٧٠].

وقد أخذ التشريع الفرنسي بهذا الرأي في مادته السابعة على القانون ٩٤ - ٦٥٣ الصادر في ٢٩ يوليو ١٩٩٤م، حيث جاء فيه أنه لا يمكن الحصول على براءة اختراع على الجسد الإنساني أو أحد أعضائه أو عناصره أو مشتقاته، وأيضا المعارف المتعلقة بالبناء الكلي أو الجزئي للجينوم البشري... أما إذا تعلق الأمر بمنتج تم تركيبه بناء على هذه المعارف فلا يمنع هذا من حمايته ببراءة اختراع.

بينما استند أصحاب الرأي المؤيد لبراءة الاختراع إلى ما يلي[٣٧١]:

- إن الجين أو المعلومات الجينية تعد من الأشياء القابلة للاستعمال.
- إن النظام الخاص بحظر براءة الاختراع سيؤدي إلى حجب المعارف العلمية في أدراج المعامل والمؤسسات المختصة، الأمر الذي سيؤدي بالإضرار بعجلة البحث العلمي [٣٧٢].
- إن المؤسسات المختصة قد تكلفت بتكاليف باهظة، فلا يعقل ألا تستفيد الجهة القائمة على أمر البحث منه بعد بذل هذه الكلفة[٣٧٣].
- إن أي طريقة بحثية ما دامت سوف تؤدي إلى إنتاج أدوية أو مشتقات بروتينية، يجب أن تحمى بالبراءة ما دامت قابلة للتصنيع.

أما عن الموقف الشرعي في المسألة، فلم تجد الدراسة - فيما تم الرجوع إليه من مصادر - أحدا تناول موضوع براءة الاختراع في أبحاث الجينات من وجهة نظر شرعية، ويمكن الاستناد إلى مشروعية براءة الاختراع عموما، التي تناولتها بعض الدراسات الشرعية الحديثة، حيث أباحت براءة الاختراع، وأعطته حقا معنويا لصاحبه، يكسبه صفة مالية، تمكنه من الاستفادة المباشرة منها دون غيره، وأن ذلك يتبع العرف، يقول الدكتور الدريني: «إن الإنتاج العلمي المبتكر عمل ذهني، بل قد ثبت في السنة أنه عمل فيكون متمولا»[٣٧٤]، أي يجوز الانتفاع به، ويقول الدكتور البوطي في المسألة: «إن الحق كما يتعلق بالأعيان المادية من سلع وغيرها، على وجه التمليك أو الاختصاص، يتعلق أيضا بالجهد المعنوي والطاقة الإبداعية التي تتعلق بالأفكار والصناعات»[٣٧٥]. ويقول في موضع آخر «القيمة المالية في الأشياء إنما يبرزها، بل يوجدها العرف»[٣٧٦]، ولن يختلف النظر القانوني عن النظر الشرعي، لأن المنطلقات في المسألة واحدة، ويمكن محاولة استنباط الحكم الشرعي في المسألة بناء على قواعد عامة في الشرع، منها ما هو مقرر من حماية الشارع للحقوق المشروعة، ومنها قاعدة لا ضرر ولا ضرار، إضافة إلى قاعدة تقديم المصلحة العامة على المصلحة الخاصة، وكذلك مبدأ التعسف باستعمال الحق[٣٧٧]، ويمكن قياس المسألة على الاحتكار، ورد في الحديث: «لا يحتكر إلا الخاطئ»[٣٧٨]، فالمحتكر صاحب مال يملك حق التصرف فيه، ولكن لما كان هذا التصرف يؤدي إلى ضرر عام، كان هذا الضرر علة تحريم الاحتكار[٣٧٩]، وقد قيد جمهور الفقهاء[٣٨٠] هذا الاحتكار بالحاجات الضرورية من غذاء ودواء وآلة وما إلى ذلك، وأباحوه فيما سوى ذلك اعتمادا على قاعدة الضرورة تقدر بقدرها، وأن الاضطرار لا يبطل حق الغير، ولأن منع التاجر من الاحتكار في كل السلع، يعود على الأمة بضرر أكبر، فقد يؤدي هذا الحجر إلى امتناع التاجر عن جلب ما يحرج الناس فقده، لأنه يجد نفسه في خسارة دائمة، ولا يخفى ما في ذلك من ضرر.

وتخريجا على ما سبق، فإنه كلما أدى حجز ملكية الإبداع ببراءة اختراع، وعدم بذلها للناس إلى ما يعود على الأمة والبشرية بالضرر كان حق الحماية ببراءة اختراع[٣٨١] - رغم رعاية الشارع له - مهملا تغليبا للمصلحة العامة، وكلما كان الاحتفاظ بهذا الحق لا يعود على الأمة بالضرر، كان هذا الحق مصونا، لا يجوز لأحد التعدي عليه، فبناء عليه تقسم حقوق الإبداع في الأبحاث الجينية والطبية عموما إلى قسمين:

- قسم حاجة الناس إليه ملحة، حيث يتوقف على بذله الانطلاقة لإيجاد الحلول للكثير من الأمراض، كما أنه يشكل أساس الانطلاقة لتصنيع الدواء وإيجاد الحلول، مثل معرفة الخريطة الوراثية بمعرفة مواقع المورثات على الصبغيات، ومعرفة المورثات المسؤولة عن الكثير من الأمراض المشهورة كداء باركنسون والسكري وأنواع العديد من السرطانات، فهذا القسم مما لا يحق لأحد احتكاره بحق ابتكار، لأنه يوقع الناس في حرج، فضلا عن أنه قد يؤدي إلى التضحية بحياة ملايين المرضى.

- والقسم الثاني حاجة الناس إليه محدودة، أو أنه وصل إلى الحد الذي أصبحت فيه الاستفادة من نتائج البحث مباشرة، كوصول إحدى الشركات إلى كشف استشفائي لمرض السكري، عن طريق زرع خلايا في البنكرياس، أو بتصنيع عقار له، ففي هذه الحالة يباح لهذه الشركة حماية منتجها وأبحاثها ببراءة اختراع، تحصن حقها المعنوي فيه بما يؤدي إلى تحصيل مكاسب مادية منه، تسترد ما بذلته من مال للوصول إلى هذا العقار، وتتابع عجلة البحث العلمي التي هي ضرورة تمثل فرضا كفائيا لا بد من قائم به.

الخاتمة

يعد كشف الجينوم البشري وتقنيات التدخل فيه بالهندسة الوراثية، من أحدث الإبداعات العلمية في تكنولوجيا الحياة، حيث يصح ما أطلقه بعضهم على هذا العصر بالعصر الجينومي، وإن في هذه التقنيات ما يجلب الخير العميم للإنسان، وفيها ما يؤدي إلى مخاطر مروعة للبشرية، فهي بحد ذاتها محايدة، ولا يمكن أن تتحدد مشروعيتها من حرمة أو جواز أو غيرهما، إلا من خلال استخدام الإنسان لتطبيقاتها، كما هي الطاقة النووية، وغيرهما من الاكتشافات العلمية.

وحيث تنبهت الشركات التجارية إلى أهمية وخطر هذا المولود التقني الجديد، اقتحمت ميدانه بقوة طمعا في السيطرة الاقتصادية[٣٨٢]، الأمر الذي فرض على القانونيين والشرعيين أن يدرسوا مفرزات وتطبيقات هذه التقنية، ليصوغوا قواعد تحفظ جميع الحقوق، وتحقق توازنا في جميع المصالح، بما يحقق سعادة البشر في الدنيا والآخرة، ثم ليلزموا بهذه القواعد الجينوميين أولا، ومن ورائهم الممولين للمشاريع الجينومية.

إلا أن هذه الصياغة لن تكتمل فصولها، ما لم توجد قوة تحمي هذه القواعد، وتسهر على تطبيقها، فيتعين حينئذ على الدولة أن تلزم أصحاب الشأن بهذه القواعد، عن طريق سن القوانين التفصيلية المناسبة لها، كما يتحتم عليها أن تحث القانونيين والشرعيين على الاستمرار في بحوثهم ودراساتهم لمتابعة مستجدات هذا العلم، الذي يطالعنا أهله في كل يوم تطلع فيه الشمس على كشف جديد، ويتم ذلك عن طريق رعاية مؤسساتهم، وتنميتها.

ثم إن دراسة جميع مفردات تقنيات الجينوم البشري والتدخل فيه لا تتسع لهما مئات الدراسات متضمنة بعشرات المجلدات، ولكن اكتفت هذه الدراسة بإعطاء نبذة عن مشروعية معظم هذه المفردات.

النتائج:

تخلص الدراسة إلى النتائج التالية:

١ - الفحص الجيني:

- الفحص الجيني لأجل جميع أنواع العقود غير ملزم لصاحبه، إلا في حالات خاصة يمكن أن تفرض الدولة على أفرادها ذلك، كحالات انتشار الأمراض الوبائية.

- يندب الفحص الجيني في حالات مثل طلب الزواج في بعض الأسر التي تحوي أمراضا وراثية، أو الحوامل اللواتي عندهن أو عند أزواجهن سيرة عائلية للإصابة بأنواع معينة من أمراض وراثية.

- تأخذ حالات الفحص الجيني التشخيصي، التي هي مقدمة للعلاج الجيني، حكم هذا النوع من العلاج.

- يجوز إسقاط الجنين المشوه أو المصاب بمرض وراثي خطير قبل الأشهر الأربعة من الحمل، ويمنع بعد ذلك، كما يمنع إذا لم يتأكد التشخيص أو كان المرض الوراثي بسيطا لا يعتد به.

٢ - التدخل الجيني العلاجي والتحسيني:

- التدخل العلاجي والتحسيني في الجينات البشرية في الإنسان مشروع بحكم الأصل، وذلك في جميع أنواع خلاياه وأنسجته وفي جميع المراحل العمرية، ولكن كلما أدى ذلك إلى ضرر مؤكد أو مظنون في جسمه وسلامته جعل هذا التدخل محرما.

- لما كان التدخل العلاجي أو التحسيني في الخلايا التناسلية (نطفة، بويضة) يغلب عليه حصول أضرار بالغة، كان حكم هذا التدخل التحريم، أما التدخل في الخلايا الجسمية فالغالب فيه عدم الضرر فيبقى على أصل إباحته.

- التدخل لأجل التحكم في جنس الجنين مباح بحكم الأصل إلا إذا تيقنا أو ظننا أن هذا التدخل سوف يؤدي إلى حصول ضرر بالجنين، أو كان طريقة التحكم فيحرم بسببها.

٣ - استنساخ الأنسجة والأعضاء:

استنساخ الأنسجة والأعضاء البشرية، والاستنساخ العلاجي لأجل التداوي وزراعة الأعضاء حكمه الإباحة، ولا يجوز تقاضي الزوجين أي مقابل لقاء الخلايا المعزولة من جنينهما، ويجوز للمؤسسة الطبية تقاضي أجر مقابل عزل الخلايا واستنباتها وزراعتها.

٤ - البحث العلمي في الجينات البشرية:

- يأخذ البحث العلمي في الجينات البشرية حكم التطبيق الذي يتم البحث فيه، فالبحث في التطبيقات المحرمة محرم مثله، والبحث في التطبيقات المباحة مباح مثله، مع مراعاة العديد من الشروط أثناء تطبيقها.

- يحق للمؤسسات البحثية في الجينات البشرية أن تحمي نتائج أبحاثها ببراءة اختراع، كأن تنتج إحدى الشركات علاجا جينيا لداء السكري، وهذا الحق المذكور مقيد بشرط ألا تكون هذه النتائج عامة، ويسبب عدم بذلها ضررا أو حرجا للبشرية، كأن تحتجز هذه الشركة معلومات عن الخريطة الوراثية البشرية.

ثانيا : التوصيات :

يوصي الباحث بما يلي:

١ - على الحكومات والدول أن تؤمن مراكز للفحص الإرشادي الجيني، وأن تكون أجور هذا النوع من الفحوص مجانية، أو بأجور رمزية.

٢ - على المقبلين على الزواج الذين يعلمون بوجود أمراض وراثية في أسرهم أن يمتنعوا عن الزواج من كل من يحوي المرض نفسه من أقربائهم أو من غيرهم، أما الذين لا يحملون أمراضا وراثية منهم، فإذا توافر في مناطقهم مراكز للفحص الوراثي، فالأفضل أن يقوموا بإجراء هذا الفحص.

٣ - على الحكومات أن تشرف على إنشاء مراكز الطب الجيني والهندسة الوراثية، وتمنع منهم كل أنواع العبث المحرم في الجينات البشرية، وأن يتم أي عمل فحصي أو علاجي أو تحسيني جيني، بعد أخذ إذن خطي من الجهات المختصة التابعة لها.

٤ - على الجهات العلمية القائمة على أمر الفحوص الجينية أن تستمر في أعمالها البحثية التي تؤكد صحة قطعية نتائج التحليل، ولا يجوز أن تركن إلى ما تم التوصل إليه من نتائج سابقة، لأن العلم في تطور دائم، فقد تُهدَم مسلمة طبية أو علمية محسومة، بتوجه ما لأبحاث جديدة وعميقة، لم يتنبه العلماء للسير في هذا الاتجاه من قبل.

٥ - توصى الأمة العربية والإسلامية أن تحذو حذو الدول المتقدمة في إنشاء مراكز أبحاث في الجينات البشرية، لما لهذا الجانب من الطب من أهمية في الحفاظ على البشرية، بعد أن أطلعنا أهل الاختصاص أن هناك من يحاول تدمير العالم أو السيطرة عليه من خلال هذا العلم.

٦ - يوصي الباحث نفسه والباحثين في المجال الشرعي والقانوني، أن يتتبعوا مستجدات هذا العلم، ويدرسوا مفرداته ليستصدروا أحكاما ملائمة، لكي لا يترك الأمر بيد العاملين في ميدان الجينات وحدهم.



المراجع والمصادر

أ- المراجع والمصادر العامة

1 الأستروشني، محمد بن أحمد، أبي مصعب البدري، محمود عبد الرحمن عبد المنعم، دار الفضيلة، القاهرة.

2 آل الشيخ، قيس بن محمد، مبارك، التداوي والمسؤولية الطبية والشريعة الإسلامية، مكتبة الفارابي، دمشق، ١٩٩١م

3 إياد، أحمد إبراهيم: الهندسة الوراثية بين معطيات العلم وضوابط الشرع، دار الفتح والدراسات، عمان، ٢٠٠٣م.

4 ب. برودي، إيوجين، تقنيات الطب البيولوجية وحقوق الإنسان، ترجمة يعقوب السلطان، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي سلسلة الكتب المترجمة، الكويت الطبعة الأولى، ١٩٩٦م.

5 بدر حسونة: الأدلة المختلف فيها إثبات جرائم الحدود، مركز الدراسات والبحوث الأمنية في أكاديمية نايف للعلوم الأمنية، الطبعة الأولى، الرياض، ١٤٢٣هـ.

6 ابن بدران، عبد القادر، المدخل، تحقيق عبدالله التركي، مؤسسة الرسالة، بيروت، الطبعة الثانية، ١٤٠١هـ

7 البهوتي، منصور بن يونس، كشاف القناع عن متن الإقناع، دار الفكر، بيروت، ١٤٠٢هـ.

8 البوطي، محمد سعيد رمضان، تحديد النسل وقاية وعلاجا، مكتبة الفارابي.

9 البوطي، محمد سعيد رمضان، قضايا فقهية معاصرة، مكتبة الفارابي، دمشق، الطبعة الأولى، ١٩٩١م.

10 تقي فلسفي، محمد، الطفل بين الوراثة والتربية، تعريب وتعليق فاضل الحسيني الميلاني، منشورات مؤسسة الأعلمي للمطبوعات، بيروت لبنان، الطبعة الثانية ١٩٩٢م، ١٤٢١هـ.

11 ابن تيمية، أحمد الحراني، الفتاوى، تحقيق محمد القاسم العاصمي، مكتبة ابن تيمية.

12 الجصاص، الرازي، أبو بكر أحمد بن علي، أحكام القرآن، دار إحياء التراث، بيروت. ١٤٠٥هـ.

13 منشورات الجمعية الطبية البريطانية، مستقبلنا الوراثي، علم التكنولوجيا الوراثية وأخلاقياته، المكتبة الأكاديمية القاهرة – مصر، طبعة ١٩٩٥م

14 الحاج أمير الحلبي، محمد بن محمد، التقرير والتحبير شرح التحرير لابن الهمام، تحقيق مكتب البحوث والدراسات دار الفكر بيروت، الطبعة الأولى، ١٩٩٦.

15 حتحوت، حسان، طبيات إسلامية، عالم الكتب، القاهرة، ١٩٨٨م.

16 ابن حجر العسقلاني، أحمد أبو الفضل، التلخيص الحبير في تخريج أحاديث الرافعي الكبير، تحقيق عبدالله هاشم اليماني المدني، المدينة المنورة، (د، ط)، ١٣٨٤هـ، ١٩٦٤م.

17 ابن حزم، علي بن أحمد أبو محمد، المحلى، دار الآفاق الجديدة، بيروت، لجنة إحياء التراث العربي.

18 الخازن، علاء الدين علي بن محمد البغدادي، لباب التأويل في معاني التنزيل، المعروف بتفسير الخازن، دار الفكر.

19 الدردير، أحمد أبو البركات، الشرح الكبير، تحقيق محمد عليش، دار الفكر، بيروت.

20 الدريني، محمد فتحي، نظرية التعسف في استخدام الحق، مؤسسة الرسالة، بيروت، الطبعة الثالثة، ١٤٠١هـ، ١٩٨١.

21 الدسوقي، شمس الدين محمد عرفة، حاشية الدسوقي على شرح الدردير، تحقيق محمد عليش، دار الفكر. بيروت.

22 ديرشوي، جنيد، القضاء بقرائن الأحوال، دار الحافظ دمشق، طبعة أولى ١٩٩٨م.

23 رشد الحفيد، أبو الوليد محمد بن أحمد القرطبي الأندلسي، بداية المجتهد ونهاية، المقتصد، تنقيح خالد عطار، دار الفكر، بيروت، ١٤١٥هـ، ١٩٩٥م

24 ريشا، معن جروس برس، هكذا تنجبين مولودا ذكرا وهكذا تنجبين مولودا أنثى، طرابلس، لبنان، الطبعة الأولى، ١٩٨٨م.

25 الزرقا، أحمد، شرح القواعد الفقهية، دار القلم، دمشق، الطبعة الثانية، ٢٠٠١م
26 الزرقاني، محمد بن عبد الباقي بن يوسف، حاشية الزرقاني على موطأ مالك، دار الكتب العلمية، بيروت، الطبعة الأولى، ١٤١١هـ.
27 زهرة، محمد مرسي: التلقيح الصناعي أحكامه القانونية حدوده الشرعية، الكويت ١٩٩٣، جامعة الكويت.
28 السرخسي، شمس الأئمة محمد بن أحمد بن أبي سهل، أصول السرخسي، تحقيق أبو الوفا الأفغاني، دار المعرفة، بيروت، ١٣٧٢هـ.
29 السمرقندي، أبو الليث محمد بن أحمد، تحفة الفقهاء، دار الكتب العلمية، بيروت، الطبعة الأولى، ١٤٠٥هـ.
30 السنهوري، عبد الرزاق الوسيط في القانون المدني الجديد (٢)، نظرية الالتزام بوجه عام، الإثبات، آثار الالتزام، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت - لبنان، الطبعة الثالثة ١٩٩٨م.
31 سيد غنيم كارم: الاستنساخ و الإنجاب بين تجريب العلماء وتشريع السماء، دار الفكر العرب، الطبعة الأولى ١٤١٨هـ
32 السيوطي، عبد الرحمن بن أبي بكر، الأشباه والنظائر، دار الكتب العلمية، بيروت، الطبعة الأولى ١٤٠٣م.
33 الشاطبي، إبراهيم بن موسى، الموافقات في أصول الشريعة، تحقيق عبدالله الدراز دار المعرفة، بيروت.
34 الشافعي، محمد بن إدريس أبو عبد الله الإمام صاحب المذهب، الأم، دار المعرفة، بيروت، الطبعة الثانية، ١٣٩٣هـ.
35 الشربيني، محمد الخطيب، مغني المحتاج إلى معرفة معاني ألفاظ المنهاج للنووي، دار الفكر.
36 شرف الدين أحمد، الأحكام الشرعية للأعمال الطبية، مطابع الكويت.
37 الشرواني، عبد الحميد الشرواني حواشي الشرواني على تحفة المحتاج للهيثمي، دار فكر، بيروت.
38 شمسي، محمود زكي، المسؤولية التقصيرية للأطباء في التشريعات العربية المدنية والجزائية، دمشق مطبعة خالد بن الوليد، الطبعة الأولى ١٩٩٣م، ١٤١٩هـ
39 الشوكاني، محمد بن علي، إرشاد الفحول، تحقيق محمد سعيد البدري، دار الفكر، بيروت، الطبعة الأولى ١٤١٢هـ - ١٩٩٢م
40 الشيرازي، أبو إسحاق إبراهيم بن علي، المهذب في فقه الإمام الشافعي، دار الفكر، بيروت.
41 الصابوني، عبد الرحمن: شرح قانون الأحوال الشخصية السوري، منشورات جامعة دمشق ١٩٩١ - ١٩٩٢م.
42 الصباغ، أسامة: العمليات الجراحية التجميلية، رسالة ماجستير، كلية الشريعة، جامعة دمشق، ٢٠٠٣م من أرشيف الكلية، غير مطبوع.
43 ابن عابدين، محمد أمين بن عمر، رد المحتار على الدر المختار المعروف بحاشية ابن عابدين، دار الفكر، بيروت، الطبعة الثانية، ١٣٨٦هـ
44 عبد الحليم عبد المجيد، رضا، الحماية القانونية للجين البشري... الاستنساخ وتداعياته، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٨م.
45 ابن عبد السلام، العز، قواعد الأحكام في مصالح الأنام، دار الكتب العلمية، بيروت
46 العبدري، محمد بن يوسف بن أبي القاسم، التاج والإكليل على مختصر الخليل، دار الفكر، بيروت، الطبعة الثانية، ١٣٩٨هـ.
47 العدوي، علي المالكي، حاشية العدوي، تحقيق يوسف البقاعي، بيروت، دار الفكر، ١٤١٢هـ.
48 قانون العقوبات السوري، إعداد وتنسيق ممدوح عطري، مؤسسة النوري، دمشق، ١٩٩٨م.

49 العسقلاني، أحمد بن حجر، فتح الباري شرح صحيح البخاري، دار المعرفة، بيروت، ١٣٧٩هـ.
50 عودة، عبدالقادر، التشريع الجنائي الإسلامي مقارنا بالقانون الوضعي، مؤسسة الرسالة، بيروت، الطبعة الثالثة ١٤١٥هـ، ١٩٩٤م.
51 الغزالي، أبو حامد محمد بن محمد، إحياء علوم الدين، دار فكر، الطبعة الثانية، بيروت لبنان.
52 الغزالي، محمد بن محمد أبو حامد، الوسيط في المذهب دار السلام، القاهرة، الطبعة الأولى، ١٤١٧هـ.
53 الفايز، إبراهيم، الإثبات بالقرائن في الفقه الإسلامي، المكتب الإسلامي، الطبعة الثانية، ١٤٢٣هـ، ١٩٨٣م، الرياض.
54 ابن فرحون، إبراهيم بن علي، تبصرة الحكام في أصول الأقضية والأحكام، مكتبة الكليات الأزهرية.
56 القايد، أسامة، المسؤولية الجنائية للأطباء، دراسة مقارنة في الشريعة الإسلامية والقانون الوضعي، دار النهضة، مصر.
57 ابن قدامة المقدسي، موفق الدين أبو محمد عبد الله بن أحمد، المغني، ط٢، دار الفكر، بيروت، طبعة ثانية، ١٤١٧هـ، ١٩٩٧م.
58 ابن قدامة المقدسي، موفق الدين أبو محمد عبدالله بن أحمد، المغني، دار الفكر، بيروت، الطبعة الأولى، ١٤٠٥هـ.
59 القرطبي، محمد بن أحمد أبو عبدالله، الجامع لأحكام القرآن الشهير بتفسير القرطبي، دار الشعب، القاهرة، الطبعة الثانية،١٣٧٢هـ.
60 القيشاوي، محمود قاسم، فن البصمة الوراثية في خدمة العدالة، المملكة الأردنية الهاشمية، الطبعة الأولى ١٩٩٧م - ١٤٠٧هـ.
61 ابن قيم الجوزية، الطرق الحكمية في السياسة الشرعية، ت محمد حامد الفقي، دار الكتب العلمية، بيروت.
62 الكاساني، علاء الدين، بدائع الصنائع في ترتيب الشرائع، دار الكتاب العربي، بيروت، الطبعة الثانية، ١٩٨٢م.
63 الكعبي، خليفة على، البصمة الوراثية وأثرها على الأحكام الفقهية، الأردن، دار النفائس، الطبعة الأولى ٢٠٠٦م.
64 مباركفوري، محمد عبد الرحمن أبو العلا، تحفة الأحوذي شرح جامع الترمذي، دار الكتب العلمية، بيروت.
65 شرح المجلة (مجلة الأحكام العدلية)، للمرحوم سليم باز اللبناني، نظارة المعارف الجليلة في الأستانة العالية، طبعة ثالثة ١٩٨٦م، ١٤٠٦هـ.
66 المرداوي، علي بن سليمان، الإنصاف، تحقيق محمد حامد الفقي، دار إحياء التراث، بيروت.
67 المرغيناني، برهان الدين، الهداية شرح البداية، المكتبة الإسلامية، بيروت.
68 مزيك، وسيم، الجينات، والعلم والإنسان، الشويمي، عطى، الجينات العلم الجديد وآفاقه، دار سعاد الصباح، الكويت، الطبعة الأولى، ١٩٩٥، جوائز عبدالله المبارك.
69 مصباح، عبدالهادي، العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية. الدار المصرية اللبنانية، الطبعة الأولى، ١٩٩٩م.
70 ابن المفلح، إبراهيم بن محمد بن عبدالله أبو إسحاق، المبدع في شرح المقنع، المكتب الإسلامي، (د، ط)، ١٤٠٠هـ.
71 ابن المفلح، المقدسي، أبو عبد الله محمد، الفروع، تحقيق أبو الزهراء حازم القاضي، دار الكتب العلمية، بيروت، الطبعة الأولى ١٤١٨هـ.
72 مهران، السيد محمود عبد الرحيم: الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، رسالة دكتوراه، إشراف د. نصر فريد واصل، ٢٠٠٢م.
73 موسوعة الفقهية الكويتية، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية، الكويت.

74 نايت، برنارد الجديد في الطب الشرعي، ترجمة ياسر سعيد، منشورات الرابطة السورية للطب الشرعي.
75 النتشه، محمد، المسائل الطبية المستجدة في ضوء الشريعة الإسلامية، رسالة دكتوراه مقدمة لجامعة أم درمان الإسلامية، سلسلة إصدارات الحكمة، الإصدار السابع، الطبعة الأولى ٢٠٠١م - ١٤٢٢هـ.
76 ابن نجيم، زين بن إبراهيم، البحر الرائق شرح كنز الدقائق، دار معرفة بيروت.
77 النفراوي المالكي، أحمد بن غنيم بن سالم، الفواكه الدواني لرسالة ابن زيد القيرواني، دار الفكر، بيروت، ١٤١٥هـ.
78 النووي، يحيى بن شرف أبو زكريا، المجموع شرح المهذب للشيرازي، تحقيق محمود مطرحي، دار الفكر، بيروت، الطبعة الأولى، ١٤١٧هـ، ١٩٩٦.
79 النووي، يحيى بن شرف أبو زكريا، روضة الطالبين وعمدة المتقين، المكتب الإسلامي، بيروت، الطبعة الثانية، ١٤٠٥هـ.
80 الهلالي، سعد الدين مسعد، البصمة الوراثية وعلائقها الشرعية، مجلس النشر العلمي، الكويت، الطبعة الأولى ٢٠٠١م - ١٤٢١هـ.
81 ياسين محمد نعيم، أبحاث فقهية في قضايا طبية معاصرة، دار النفائس للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الثانية ١٩٩٩م.

الدوريات:

82 الأهواني، حسام الدين، نحو نظام قانوني لجسم الإنسان، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، يناير، العدد الأول، السنة الأربعون.
83 الخلف، موسى، العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣م، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
84 ريدلي، مات، الجينوم، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٧٥، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
85 زولت هارسنياي و ريتشارد هتون: التنبؤ الوراثي، ترجمة د. مصطفى فهمي، د. مختار الظواهري، سلسلة عالم المعرفة، العدد ١٣٠، أكتوبر ١٩٨٨م.
86 الشبيلي، الهادي، استخدام البصمة الوراثية في إثبات النسب، المجلة العربية للدراسات الأمنية والتدريب، العدد ٣٥، محرم ١٤٢٤هـ - مارس ٢٠٠٣م، تصدر عن أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، السنة ١٨، المجلد ١٨.
87 الصالح، فواز، أحجية البصمة الوراثية في إثبات النسب، المجلة العربية للطب الشرعي والعلوم الجنائية، المجلد الأول، العدد الثاني، سبتمبر ٢٠٠٤م.
88 المحاسنة، محمد يحيى، الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، مجلس النشر العلمي، الكويت، العدد الثالث، السنة ٢٨، شعبان ١٤٣٥هـ - سبتمبر ٢٠٠٤م.
89 مرتضى، محمد يحيى، الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، مجلس النشر العلمي، الكويت، العدد الثالث، السنة ٢٨، شعبان ١٤٣٥هـ - سبتمبر ٢٠٠٤م.
90 الميمان، ناصر عبدالله، البصمة الوراثية ومجال استخدامها في الطب الشرعي والنسب، مجلة الشريعة والقانون، العدد الثامن عشر، ذو القعدة ١٤٢٣م - يونيو ٢٠٠٣ م.
91 ياسين، محمد نعيم، حقيقة الجنين، مجلة الشريعة والدراسات، الكويت، مجلس النشر العلمي، العدد ١٧، ذو القعدة ١٤١٠هـ.

92 ياسين محمد نعيم، أحكام الإجهاض، مجلة الشريعة والدراسات، الكويت، مجلس النشر العلمي، العدد ١٣، رمضان ١٤٠٩هـ.
93 و. فرنس أندرسون، المعالجة الجينية، ص٣٨ - ٤٢، مجلة العلوم، أبريل ١٩٩٨.

المؤتمرات والندوات

● مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، الإمارات، جامعة الإمارات العربية المتحدة، كلية الشريعة والقانون، ٢٢ - ٢٤ صفر ١٤٢٣هـ، ٥ - ٨ مايو ٢٠٠٢م.
● أعمال المؤتمر الدولي الأول عن الضوابط والأخلاقيات في بحوث التكاثر البشري في العالم الإسلامي في ١٠ - ١٩٩١/١٢/١٣، المركز الدولي الإسلامي للدراسات والبحوث السكانية، جامعة الأزهر ١٩٩٢م ودليل الضوابط والأخلاقيات الصادر عنه.
● ثبت ندوة الإنجاب في ضوء الإسلام، المنعقدة في ٢٤ مايو ١٩٨٣،، إشراف د. عبدالرحمن العوضي، سلسلة مطبوعات المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية، الإسلام والمشكلات الطبية المعاصرة، الكويت.
● ندوة القضايا الخلقية الناجمة عن التحكم في تقنيات الإنجاب، دورة ١٠، أغادير، ربيع الأول ١٤٠٧هـ - نوفمبر ١٩٦٦، مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية.
● ثبت أعمال الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية المنعقدة بتاريخ ٢٠ شعبان ١٤٠٧هـ، في الكويت، إشراف د. عبد الرحمن العوضي، سلسلة مطبوعات المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية، الإسلام والمشكلات الطبية المعاصرة، دولة الكويت، الطبعة الثانية ١٩٩٥م.
● ثبت أعمال الندوة التاسعة، رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية المعاصرة، الجزء الثاني، الاستنساخ، المنعقدة في الدار البيضاء بتاريخ ٨ - ١١ صفر ١٤١٨هـ، ضمن ثبت الندوة.
● ثبت أعمال الندوة، الحادية عشرة، رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية بعنوان الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني في الفترة من ٢٣ - ٢٥جمادى الآخرة ١٤١٩هـ. المنعقد في الكويت، إشراف د. عبد الرحمن العوضي، سلسلة مطبوعات المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية، الإسلام والمشكلات الطبية المعاصرة، دولة الكويت، الطبعة الأولى ١٤٢١هـ - ٢٠٠٠م
● توصيات الحلقة النقاشية لندوة مدى حجية استخدام البصمة الوراثية لإثبات البنوة، المنعقدة في الكويت ٢٨ - ٢٩/ ١/ ١٤٢١هـ «على الموقع: www.islamset.com.
● قرارات المجمع الفقهي الإسلامي لرابطة العالم الإسلامي في مكة المكرمة الدورات من ١ - ١٧، رابطة العالم الإسلامي، المجمع الفقهي الإسلامي.
● قرارات وتوصيات مجلس مجمع الفقه الإسلامي في جدة للدورات (١ - ١٠)، القرارات (١ - ٩٧) تنسيق المقرر العام للمجمع: د. عبد الستار أبو غدة، دار القلم، دمشق، الطبعة الثانية ١٤١٨هـ - ١٩٩٨م.
● قرارات وتوصيات مجلس مجمع الفقه الإسلامي بجدة للدورات (١ - ١٤)، القرارات (١ - ١٣٤) من العام ١٤٠٦هـ - حتى عام ١٤٢٣هـ، تنسيق المقرر العام للمجمع: د. عبد الستار أبو غدة، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية، قطر ٢٠٠٣م.

المراجع الأجنبية

Neu RL: Evidence linking an extra Y chromosome to sociopathic, Gardner LI, behavior. Arch Gen Psychiatry 26: 220- 222 (1972).

-Genetics , antisocial personality , and criminal responsibility. Dinwiddie Sh. , Bull Am Acad Psychiatry Law. 1996; 24 (1): 95-108.

McKay R.: Ravin R ,Velasco I ,Laeng P, Blondel O, - Lumelsky N Differentiation of embryonic stem cells to Insulin-secreting structures similar to pancreatic islets. Science 292:1389-1394 (2001).

مواقع إنترنت

- http://www.aljazeera.net/news/archive/archive? ArchiveId=117077

-www.islamset.com

- موقع المجلة الهندية للأخلاق الطبية: India journal of in medical ethics http:// www.issuesinmedicalethics.org/

http://www.khosoba.com/articles

الهوامش

1 أساليب دكتاتورية البيولوجيا في الميزان الشرعي، عن ندوة الإنجاب في ضوء الإسلام المنعقدة في ٢٤ مايو ١٩٨٣، ص١٤٤ .

2 المرجع السابق، ص١٤٦ .

3 مصطفى أرميد: بعض المفاسد القانونية المؤكدة والمحتملة للاستنساخ البشري، بحث مقدم لندوة التاسعة رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية المعاصرة المنعقدة في الدار البيضاء بتاريخ ٨ - ١١ صفر ١٤١٨هـ، ضمن ثبت الندوة، الجزء الثاني الاستنساخ ص٢٥١ .

4 د.رضا عبد الحليم عبد المجيد: الحماية القانونية للجين البشري، ص ٨٠ .

5 بعض المفاسد القانونية المؤكدة والمحتملة للاستنساخ البشري، ص٢٥١ .

6 الجصاص: أحكام القرآن ٣١٩/٤، الموافقات ٥١/١، السيوطي، الأشباه والنظائر ص٤١٥، معالم القربة في أحكام الحسبة ابن الأخوة القرشي/٢٥٤، ت: محمد محمود شعبان، الهيئة العامة المصرية للكتاب، ١٣٨٧هـ، ابن تيمية: الحسبة/ ٣٧، دار الكتب العلمية، بيروت، ١٩٦٧م، عبد القادر عودة،التشريع الجنائي: ٥٢٠/١ .

7 نيل الأوطار ٨٩/٩ .

8 انظر الشاطبي، الموافقات: ١٠/٢، وانظر أبو حامد الغزالي: المستصفى، تحقيق محمد عبد السلام عبدالشافي، دار الكتب العلمية، بيروت، طبعة أولى، ١٤١٣، هـ ص١٧٤ .

9 السيوطي: الأشباه والنظائر، ص١٢٥، الشوكاني: إرشاد الفحول، ص ٤١١، المدخل لابن بدران ص ١٥٠ .

10 تناولت قرارات مجمع الفقه الإسلامي - جدة - في دورته السابعة لعام ١٩٩٣م، موضوع التداوي، حيث جاء فيها: «الأصل في التداوي أنه مشروع... وتختلف أحكام التداوي باختلاف الأحوال والأشخاص، فيكون واجبا على الشخص إذا كان تركه يفضي إلى تلف نفسه.أو أحد أعضائه أو عجزه، أو كان المرض ينتقل ضرره إلى غيره كالأمراض المعدية، ويكون مندوبا إذا كان تركه يؤدي إلى ضعف البدن، ولا يترتب عليه ما سبق في الحالة الأولى، ويكون مباحا إذا لم يندرج في الحالتين السابقتين، ويكون مكروها إذا كان بفعل يخاف منه حدوث مضاعفات أشد من العلة المراد إزالتها»، انظر قرارات وتوصيات مجمع الفقه الإسلامي - جدة - للدورات من (١ - ١٠) ص ١٤٧ . قرار ٦٧ .

11 الترمذي: كتاب الطب، باب ما جاء في الدواء والحث عليه، رقم ٢٠٣٨، قال الترمذي: حديث حسن صحيح، وأخرجه أبو داود، كتاب الطب، باب الرجل يتداوى، رقم ٣٨٤٧.

12 مسلم: كتاب السلام، باب لكل داء دواء، رقم ٢٢٠٤ وأخرجه البخاري: كتاب الطب، باب ما أنزل الله الداء إلا أنزل له شفاء، رقم ٥٣٥٤.

13 أخرجه مسلم: كتاب السلام، باب لا بأس بالرقى ما لم يكن فيها شرك، رقم ٢٢٠٠، وأخرجه أبو داود، كتاب الطب، باب ما جاء في الرقى رقم ٣٨٨٣.

14 الكاساني: بدائع الصنائع ١٢٧/٥، الشربيني: مغني المحتاج ٣٥٧/١، ابن المفلح: الفروع ١٣١/٢، ابن تيمية: الفتاوى ٢٦٩/٢٤، تحفة الأحوذي شرح جامع الترمذي ١٩٦/٦ .

15 ٩٦/٥ .

16 البهوتي ٧٦/٢ .

17 ابن حجر ١١٤/١٠ .

18 حواشي الشرواني على التحفة ١٨٣/٣ .

19 ابن تيمية: الفتاوى: ١٢/١٨، مكتبة المعارف، الرياض، ١٤٠١ هـ.

20 ابن المفلح: الفروع ٢/١٣١ . المرداوي: الإنصاف ٢/٤٦٣ .
21 النووي: المجموع ٥/٩٦ .
22 أخرجه البخاري: كتاب الطب، باب من اكتوى، رقم ٥٣٧٨ .
23 القرطبي: الجامع لأحكام القرآن الشهير بتفسير القرطبي، ١٠/١٣٩ .
24 د.ب برودي: تقنيات الطب البيولوجية وحقوق الإنسان، ص ٥٨، ٤٤٥ .
25 الحماية القانونية للجين البشري، ص ١٤٣ .
26 الحماية القانونية للجين البشري، ص٤١ .
27 وهو مرض وراثي يسبب تخلفا عقليا مع نوبات صرع ينتج عن ارتفاع نسبة الحمض الأميني فينيل آلانين في الجسم، انظر ديفس: كسر شيفرة المورثات ص ١٩٠، وانظر محمد علي البار: نظرة فاحصة للفحوصات الطبية الجينية، ثبت أعمال الندوة الحادية عشرة، رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية بعنوان الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني في الفترة من ٢٣ - ٢٥جمادى الآخرة ١٤١٩هـ، المنعقدة في الكويت، الجزء الثاني، ص ٦٦٠ و٦٦١.
28 د. أحمد شرف الدين: حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤١٠/١، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، الإمارات، جامعة الإمارات العربية المتحدة، كلية الشريعة والقانون، ٢٢ - ٢٤ صفر ١٤٢٣هـ، ٥ - ٧مايو ٢٠٠٢م .
29 ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني ٨٤٢/٢ .
30 انظر المقال فرض الفحص الطبي قبل الزواج في الأردن عن الموقع خصوبة دوت كوم، وعنوانه: http://www. khosoba. com/articles/040620x01-jordan-premarriage. htm .
31 حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب، ٤١٠/١ .
32 انظر محمد نعيم ياسين: أنواع الحقوق المتعلقة بجسد الإنسان، ص٤٤٤، ثبت الندوة الفقهية الخامسة التي عقدت في القاهرة مابين ١٤ - ١٥ ربيع الآخر ١٤٠٩هـ، بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي، دولة الكويت، سلسلة مطبوعات المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية، ١٩٩٧م، وانظر أسامة القايد: المسؤولية الجنائية للأطباء ص٩٣ - ٩٧ .
33 المسؤولية الجنائية للأطباء، ص ٩٥، عودة: التشريع الجنائي: ١/ ٥٢٣ .
34 ابن قدامة: المغني والشرح الكبير: ٥/٣١٢ .
35 أخرجه أبو داود: كتاب الديات، باب من تطبب، رقم ٤٥٨٦ وقال هذا لم يروه إلا الوليد لا ندري أهو صحيح أم لا، وأخرجه النسائي: كتاب القسامة، باب صفة شبه العمد رقم ٧٠٣٤، وأخرجه ابن ماجه: كتاب الطب، باب من تطبب ولم يصلح منه طب، رقم ٣٤٦٦ .
36 انظر محمد أبو زهرة، مسؤولية الطبيب، مقال لواء الإسلام: عدد ١١ أبريل ١٩٤٩م - رجب ١٣٦٨ هـ، ص٥٣، آل الشيخ مبارك: المسؤولية الطبية، ص ٢٦٣ .
37 على تفصيل في ذلك، فكشف العورة من غير ضرورة محرم اتفاقا، والعلاج بالمحرم أو تغيير خلق الله فالراجح فيه التحريم، انظر: ابن نجيم: البحر الرائق ١/١٢٢، النفراوي المالكي: الفواكه الدواني ٢/٢٧٧، تفسير القرطبي ٥/٢٩٣، روضة الطالبين ١٠/١٧١، كشاف القناع ٥/١٣ .
38 البحر الرائق ٨/٣٣ .
39 آل الشيخ مبارك: التداوي والمسؤولية الطبية، ص ١٦٨ - ١٨٤ .

40 الشيرازي: المهذب ٢/٢٧١، وانظر المرداوي: الإنصاف ١/٣٩١، المغني ٥/٣١٣ .
41 د .أحمد شرف الدين: المسؤولية الطبية، ص ٤٨ .
42 ابن القيم: الطب النبوي، ص ١٣٩ .
43 أسامة القايد: المسؤولية الجنائية للأطباء، ص٩٣، التشريع الجنائي ١/٥٢٢ .
44 حاشية ابن عابدين: ٦/٢١٥ .
45 ابن قدامة: ٥/٣١٣ .
46 د . أحمد شرف الدين: المسؤولية الطبية، ص ٢٣ .
47 طلال عجاج قاضي: المسؤولية المدنية للطبيب، ص١٠٠ .
48 محمود زكي شمسي: المسؤولية التقصيرية للأطباء، ص ٣٧٨ - ٣٨١، د . هدى حامد قشقوش: مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي عن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون ١/٨٥.

49 ب . برودي: تقنيات الطب البيولوجية وحقوق الإنسان، ترجمة يوسف يعقوب السلطان، ص ٥٣، ٣٥٩، عودة: التشريع الجنائي ١/٥٢٤، مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي ١/٧٥ .
50 بدائع الصنائع ٥/١٤٥، تفسير القرطبي ٢/١٠٢، مغني المحتاج ١/١٩١ .
51 قال: «من قتل نفسه بحديدة، فحديدته في يده يتوجأ بها في بطنه في نار جهنم خالدا مخلدا فيها أبدا» أخرجه مسلم: كتاب الديات، باب تحريم قتل الإنسان نفسه.
52 د .حسام الدين الأهواني: نحو نظام قانوني لجسم الإنسان، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، يناير، العدد الأول، السنة الأربعون ص٢٧ - ٦٢، مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي ١/٧٥، ٨١.
53 د . محمد يحيى المحاسنة: الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، مجلس النشر العلمي، الكويت، العدد الثالث، السنة ٢٨، شعبان ١٤٢٥هـ - سبتمبر ٢٠٠٤م، ص٣٠٣ .
54 ب . برودي: تقنيات الطب البيولوجية وحقوق الإنسان: ٥٨، ٤٤٥ .
55 الحماية القانونية للجين البشري، ص ١٤٣ .
56 التلقيح الصناعي: أحكامه القانونية حدوده الشرعية، ص٢٥٥، ٢٦١ .
57 حيث يمكن إجراء فحص جيني للجنين بعمر ثلاثة أيام، انظر ثبت أعمال الندوة التاسعة، رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، ج٢، الاستنساخ، ص١٢٠ .
58 انظر ثبت أعمال الندوة الحادية عشرة، بعنوان الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني، الجزء الثاني ٦٣١، ٧٠٨، ٨٥٥.
59 من الأمثلة على ذلك داء هنتنجتون Hantington، وهو مرض عصبي لا يظهر إلا بعد سن الأربعين، يتظاهر باضطرابات في الحركة، إضافة إلى الهلوسة والهذيان، وغالبا ما يموت المريض خلال خمسة عشر عاما من ظهور الإصابة عليه، وينجم عن خلل في إحدى المورثات، حيث يمكن كشف هذا الخلل في المورثة في المرحلة الجنينية، والمرض هو مرض وراثي ينتقل من الآباء إلى الأبناء إذا كان أحد الأبوين أو كلاهما حاملا للمرض أو مصابا به، انظر: كيفن ديفس: كسر شيفرة المورثات ١١٢ - ١١٥، د . موسى الخلف: العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، عدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص٢٨٤، وانظر
James CM, Houlihan GD, Snell RG, Cheadle JP, Harper PS, Late-onset Huntington's disease: a clinical and molecular study Age Ageing. 1994 Nov;23(6):445-8.

60 الكاساني: بدائع الصنائع٤/١٤١، العبدري: التاج والإكليل ٤/٣٧٢، الشيرازي: المهذب ١/٤١٩، فتح الباري٥ / ٢٦٥، دار مصر للطباعة، الطبعة الأولى، د. كردي: فقه المعاوضات (١) ص ٢٠٠ .

61 البخاري: كتاب البيوع، باب البيع والشراء مع النساء، رقم ٢٠٤٧، مسلم: كتاب العتق، باب إنما الولاء لمن أعتق، رقم ١٥٠٤ .

62 الترمذي: كتاب البيوع عن رسول الله، باب ماجاء في كراهية بيع من ليس عندك، رقم ١٢٣٤، النسائي البيوع، بيع ماليس عندك، رقم ٤٦١١ .

63 ابن قدامة: المغني مع الشرح الكبير٢٤/٣٠٩، ٣١٢، ٦/٨٦.

64 الترمذي: كتاب الأحكام عن رسول الله... ما كتب عن رسول الله في الصلح بين الناس، رقم ١٣٥٢، أبو داود: كتاب الأقضية، باب في الصلح، رقم ٣٥٩٤ .

65 ومن هذه الشروط اشتراط تأخير الثمن إن كان دنانير، أداء الثمن إلى أجل، اشتراط الرهن، اشتراط صفات في المبيع. انظر المحلى٨/٤١٢ وما بعدها .

66 فتح الباري٥ / ٢٦٥، دار مصر للطباعة، الطبعة الأولى، د. كردي: فقه المعاوضات (١) ص ٢٠٠ .

67 ابن ماجة: كتاب النكاح، باب الأكفاء، رقم ١٩٦٨، في الحديث الحارث الجعفي ضعيف الحديث، وقال عنه الدارقطني: متروك الحديث.وللحديث شواهد منها: «تخيروا لنطفكم فإن النساء يلدن إخوانهن أو أخواتهن»، وفي رواية «فإن العرق دساس» وقوله : «لا تنكحوا النساء إلا الأكفاء»، يقول صاحب نصب الراية: «وفي اعتبار الأكفاء أحاديث لا تقوم بأكثرها الحجة، الزيلعي: نصب الراية ٣/١٩٦، العجلوني: كشف الخفاء ١/٣٥٨ .

68 البخاري: كتاب النكاح، باب الأكفاء في الدين، رقم ٤٧٠٠، مسلم: كتاب الرضاع، باب استحباب نكاح ذات الدين، رقم ٢٦٦١ .

69 محمد فاروق النبهان: الضوابط الفقهية للإنجاب المشروع، ندوة القضايا الخلقية الناجمة عن التحكم في تقنيات الإنجاب، أغادير، نوفمبر ١٩٩٦، ص ١٧٧ .

70 المرغيناني: الهداية ٢/٤١، الموافقات ٢/٣٨٤، ٣٩٧.

71 مسلم: كتاب القدر، باب في الأمر بالقوة وترك العجز، رقم ٤٨١٦، ابن ماجة: كتاب الزهد، باب التوكل واليقين، رقم ٤١٥٨ .

72 الشافعي: الأم ٥/٤٠، عبد الرحمن الصابوني: شرح قانون الأحوال الشخصية، ج١ (الزواج) ص ١٩٦ . ج٢، الطلاق، ص ٦٩ .

73 مسند أحمد: مسند المكيين، حديث كعب بن زيد، رقم ١٥٤٥٥، الحاكم في المستدرك: كتاب معرفة الصحابة، باب ذكر العالية، رقم ٦٨٠٨، الصنعاني: سبل السلام، كتاب النكاح، باب الكفاءة والخيار، ٣/١٣٥ .

74 سبل السلام ٣/١٣٥ .

75 الصنعاني: سبل السلام، كتاب النكاح، باب الكفاءة والخيار، ٣/١٣٥ .

76 إياد أحمد إبراهيم: الهندسة الوراثية بين معطيات العلم وضوابط الشرع، ص ٨٤ .

77 محمد وليد أسود: أساسيات علم الوراثة، ص ٢١٣ - ٢٣٠، محمد علي البار: الجنين المشوه والأمراض الوراثية، ص ٢٠٩ - ٢٢٨، ٢٨٣ .

78 أحمد بن عبد العزيز الحداد: زواج الأقارب بين الطب والدين ٢/٨٩٠، ضمن مؤتمر الوراثة بين الشريعة والقانون .

79 كارم السيد غنيم: الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ٣٥٢ و٣٥٣، محمد علي البار: الجنين المشوه والأمراض الوراثية، ص ٢٠٩ - ٢٢٨ .

80 أحمد بن عبد العزيز الحداد: زواج الأقارب بين الطب والدين ٢/٨٨٨، ٨٩١ و ٨٩٢، ضمن مؤتمر الوراثة بين الشريعة والقانون. وقد قدم دراسة جيدة ورصينة في الموضوع بسط فيها مفاسد ومصالح زواج الأقارب، وقعد فيها الأسس الموصلة للحكم .

81 الهندسة الوراثية بين معطيات العلم وضوابط الشرع، ص ٨٥، د. محمد حسن أبو يحيى: حكم التحكم في صفات الجنين في الشريعة الإسلامية ١/٣١٣، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.

82 ومن هذه الأحاديث «اغتربوا لاتضووا» وقوله : «لا تنكحوا القرابة القريبة فإن الولد يخلق ضاويا» ومنها ما روي عن عمر قوله لآل السائب: «قال قد آويتم فأنكحوا في النوابغ، قال الحربي: يعني تزوجوا الغرائب»، علق عليها صاحب التلخيص الحبير: «قال ابن صلاح لم أجد لها أصلا معتمدا»، ابن حجر العسقلاني ٣/١٤٦ . وانظر د. علي أحمد سالوس: زواج الأقارب بين العلم والدين، دار السلام، الطبعة الأولى ١٩٨٧م، ص ٥٣ - ٥٥ .

83 الطبراني: المعجم الكبير، تحقيق حمدي السلفي مكتبة العلوم والحكم، الموصل، ط٢، ١٤٠٤هـ ٢٤/٤٥، ابن حجر: الإصابة في تمييز الصحابة، تحقيق علي محمد البجاوي، دار الجيل، بيروت، ط١، ١٩٩٢هـ ٧/٦٦٧، الهيثمي: مجمع الزوائد، دار الكتاب العربي، بيروت ١٤٧هـ ٦/١٨ .

84 الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ٣٥٨ .

85 وقد تكلمت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم والعلاج الجيني كلاما طويلا عن زواج الأقارب في بحوث عديدة، منها بحث د. محمد الزحيلي الإرشاد الجيني، وبحث د. عبدالله، محمد عبد الله نظرات فقهية في الجينوم البشري، هذا فضلا عن المناقشات ٢/٧٤٠، ٧٨٠، ٨٥٣، لكن افتقدت هذه البحوث الدراسة العلمية المحققة والدقيقة، وقد خلصت الندوة في توصياتها، بما يتعلق بزوج الأقارب، إلى أن هذا الزواج معدل انتقال الأمراض الوراثية فيه أكبر، فيجب تثقيف الجمهور في ذلك، حتى يكون الاختيار على بصيرة، خصوصا في الأسر التي تشكو ظهور مرض وراثي في بعض أفرادها، ٢/١٠٥١

86 الموافقات : ٢/٣٩٦ و ٣٩٧

87 العز بن عبد السلام: قواعد الأحكام في مصالح الأنام، ص ٤٦ .

88 مستقبلنا الوراثي: الجمعية الطبية البريطانية، ص ٢٦٤ و ٢٦٥، العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، ص١٨٠ - ١٨٦، وانظر Intractable neurological disorders: Human genome research and society: AJAY NAIK: India journal of in medical ethics:
مقالة: الاضطرابات العصبية العنيدة، بحث في الجينات البشرية عن موقع المجلة الهندية للأخلاق الطبية http://www. issuesinmedicalethics. org/ .

89 من ذلك ما فرضت السعودية على الراغبين في الزواج من فحص الجينات المسؤولة عن فقر الدم المنجلي، ومنعت الحاملين من الزواج.ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني ٢/٨٤٢ . د.عبد الهادي مصباح، العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية، ص٨٢، ١٠٦، العصر الجينومي، سلسلة

90 عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، ص١٢٦ - ٢٠٠، رضا عبد الحليم: الحماية القانونية للجين البشري، ويذكر د. عبد الحليم دعوى نشأت بين حامل تم فحصها من قبل المركز الطبي الإقليمي بنيس في فرنسا، وقد رفعت دعواها على هذا المركز، لأنه بعد أن أكد المركز خلو الجنين من أي عيب وراثي، ولد الجنين بعيب

ولادي لا يمكن معالجته، ص ٦١ .

91 محمدعبد الغفار الشريف: حكم الكشف الإجباري عن الأمراض الوراثية، ضمن ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني ٢/٩٧١، وانظر المناقشات ٨٩٦ .

92 محمد علي البار: نظرة فاحصة للفحوصات الطبية الجينية، مأمون مبيض: الطب النفسي والمعالجة الوراثية، ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم ٢/ ٦٥٠، ٨٨٦.

93 (انظر قرارت المجمع الفقهي الإسلامي لرابطة العالم الإسلامي - مكة المكرمة - الدورة الخامسة عشرة، ١٥ رجب ١٤١٩هـ، القرار الأول ص٣١٣)، حيث جاء فيه بما يتعلق بالتشخيص الجيني: «مع المحافظة على السرية الكاملة للنتائج»، انظر دليل الضوابط والأخلاقيات في بحوث التكاثر البشري في العالم الإسلامي الصادر عن المؤتمر الدولي الأول لضوابط وأخلاقيات التكاثر البشري ص ١٣٤، و انظر الحماية القانونية للجين البشري ص ١٥٤، ٢٠٣، ٢٠٨، وانظر ملحق مشروع إعلان اليونسكو لحماية الجين الإنساني عن الحماية القانونية للجين البشري ص٢٣٧، وانظر محمد رأفت عثمان: نظرة فقهية في الأمراض التي يجب أن يكون الاختبار الوراثي فيها إجباريا، ضمن ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم ٢/٩٢٤ - ٩٣٠، وقد جاء في توصيات الندوة الأخيرة: «يجب حياطة نتائج الإرشاد الجيني بالسرية التامة» ٢/١٠٥١ .

94 العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية ص١٠٦، الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء ص ٣١٠، نظرة فاحصة لفحوص الطبية الجينية ٢/٦٥٣ .

95 الهندسة الوراثية بين معطياة العلم وضوابط الشرع، ص ٨٤، انظر محمد عبد الغفار الشريف: حكم الكشف الإجباري عن الأمراض الوراثية، حمداتي ماء العينين: الأمراض التي يجب أن يكون الاختبار الوراثي فيها إجباريا، ٢/٩٥٦، ٩٧٢ ضمن ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم، المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية، وانظر المناقشات، ص٨٥٩، وجاء في توصيات الندوة: «لا يكون الإرشاد الجيني إجباريا»، «تدعو الندوة إلى تشجيع الاختبار الوراثي قبل الزواج» «لا يجوز إجبار أي شخص على الاختبار الوراثي»٢/١٠٥١، ١٠٥٢.

96 الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ٣١٠، ٣١٢ .

97 فعلى ذلك يدرس علاقة عقد التأمين على الحياة مع الفحص الجيني على رأي من قال بإباحته .

98 من الذين أباحوه الأستاذ مصطفى الزرقا، انظر فتاوى الشيخ مصطفى الزرقا، دار القلم، دمشق، ١٤٢٠هـ، ص ٤٨، وانظر سعدي أبو جيب: التأمين بين الحظر والإباحة، دار الفكر، دمشق١٤٠٣هـ، ص ٢٠، ٢٣، ٨٧.

99 عز الدين الخوجة: الدليل الشرعي للإجارة، سلسلة الأدلة الشرعية للعمل المصرفي الإسلامي، الطبعة الأولى ١٩٩٨م، ص ٩٩، ١٠٣.

100 أحمد الزرقا: شرح القواعد الفقهية، ص ١٦٥، وأصله حديث عن أبي سعيد الخدري: «لا ضرر ولا ضرار من ضار ضاره الله ومن شاق شاق الله عليه»، أخرجه الحاكم، رقم ٢٣٤٥، وقال صحيح على شرط مسلم ولم يخرجاه، وأخرجه مالك، كتاب الأقضية، باب القضاء بالمرفق، رقم ١٤٢٩ .

101 الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ٣١٠ .

102 د.رضا عبد الحليم: الحماية القانونية للجين البشري، ص ٣٢ .

103 انظر وثيقة مؤتمر إينوياما باليابان سنة ١٩٩٠ حول ضوابط رسم خريطة للجين البشري وتقصي الوراثة ومعالجة الجينات، البند الرابع عن دليل الضوابط والأخلاقيات في بحوث التكاثر البشري، في العالم الإسلامي الصادر عن المؤتمر الدولي الأول لضوابط وأخلاقيات التكاثر البشري، ص ١٣٤، وانظر الحماية القانونية للجين البشري ص ١٥٤، ٢٠٣، ٢٠٨، ٢٣٤ .

ابن نجيم: الأشباه والنظائر، دار الكتاب العربي، ط٢، ١٤١٤هـ، ص ٧٨ .



104 العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية ص١٠٦ - ١٠٧، بول بلينج وزملاؤه: مقال في المجلة الأمريكية
105 للوراثة البشرية ١٩٩٢م، نقلا عن محمد علي البار: نظرة فاحصة لفحوص الطبية الجينية ضمن ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية، ص٦٥٩، ب. برودي: تقنيات الطب البيولوجية وحقوق الإنسان، ص٦٢ .
أحمد الزرقا: شرح القواعد الفقهية ص ٢١٤، مجلة الأحكام العدلية، ص ٣٣، مادة ٣٣ .
106 د.محمد عبد الغفار الشريف: حكم الكشف الإجباري عن الأمراض الوراثية، ضمن ثبت ندوة الوراثة
107 والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني ٩٧٤/٢ .
د. الدريني، نظرية التعسف باستخدام الحق، ٨١ - ٨٣ .
108 أخرجه أبو داود: كتاب الأقضية، باب من القضاء، رقم ٣٦٣٦ . علق الشوكاني على الحديث: «وفي سماع
109 الباقر من سمرة بن جندب نظر [والباقرأحد رجال السند] فقد نقل من مولده ووفاة سمرة ما يتعذر معه سماعه»، نيل الأوطار ٦٧/٦ . ونقل ذلك صاحب عون المعبود عن المنذري وقال: «وقيل فيه ما يمكن معه السماع» المباركفوري ٤٧/١٠ . ورواه البيهقي من طريق أخرى عن محمد بن علي عن سمرة: كتاب إحياء الموات، باب ما جاء في توريث نساء المهاجرين رقم ١١٦٦٣، وعلق ابن حزم على رواية البيهقي: «هذا منقطع لأن محمد بن علي لا سماع له من سمرة» المحلى ٢٩/٩ .
ابن نجيم، ط٢: الأشباه والنظائر، ص١٠٤، أحمد الزرقا: شرح القواعد الفقهية، ص ٣٠٩ .
110 د. أحمد شرف الدين: حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤١٣/١ . ضمن
111 مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون .
الحماية القانونية للجين البشري ص ٣١، المرجع السابق ٤١٥/١ و ٤١٦ .
112 الحماية القانونية للجين البشري، ص ١٥٤، ٢٠٣، ٢٠٨.
113 د. هدى حامد قشقوش: مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي، عن مؤتمر الهندسة
114 الوراثية بين الشريعة والقانون، الإمارات، جامعة الإمارات العربية المتحدة، كلية الشريعة والقانون، ٢٢ - ٢٤ صفر ١٤٢٣هـ، ٥ - ٧ مايو ٢٠٠٢م. المجلد الأول ص٧٠ و٧١ .
الحماية القانونية للجين البشري ٣٢ - ٣٣، ٢٠٠ - ٢٠١.
115 حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤١٤/١ .
116 الحماية القانونية للجين البشري، ص ٣٤ و ٣٥ .
117 د.محمد الزحيلي: الإرشاد الجيني، ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم ص ٧٧٩ .
118 السيوطي: الأشباه والنظائر، ص ١١٧ .
119 السيوطي: الأشباه والنظائر، ص١٢٥، الشوكاني: إرشاد الفحول، ص ٤١١، المدخل لابن بدران، ص ١٥٠ .
120 كالصين التي تفرض على الأم الإجهاض إذا ما اكتشف مرض وراثي في الجنين، وفي أوروبا تجبر الحوامل على فحص بيلة
121 فينيل كيتون، وتجبر على الإسقاط إن وجدت عند الجنين، نظرة فاحصة للفحوصات الطبية الجينية، ص ٦٦٠ و٦٦١.
د.محسن الحازمي: الاسترشاد الوراثي وأهمية التوعية الوقائية ومحاذيره الطبية والأخلاقية، ثبت ندوة
122 الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم البشري والعلاج الجيني الجزء الثاني، نظرة فاحصة للفحوصات الطبية الجينية، ص ٦٦٠ و٦٦١، ٦٧٥.
د. محسن الحازمي: الاسترشاد الوراثي وأهمية التوعية الوقائية ومحاذيره الطبية والأخلاقية، ملحق٣ و٤
123 ص ٦٩٣ - ٦٩٥.
د. ناصر بن عبدالله الميمان: الإرشاد الجيني: ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم البشري،

124 ٢/٨٢١ .
الحماية القانونية للجين البشري، ص٤١ .
125 نظرة فاحصة للفحوصات الطبية الجينية، ص ٦٦٠و٦٦١.
126 حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب، ١/٤١٠ .
127 ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية، والجينوم البشري والعلاج الجيني، ٢/٨٤٢ .
128 انظر المقال فرض الفحص الطبي قبل الزواج في الأردن عن الموقع خصوبة دوت كوم وعنوانه:
129 http://www. khosoba. com/articles/040620x01-jordan-premarriage. htm
مصطفى الزرقا: المدخل الفقهي العام، دار القلم، دمشق، طبعة أولى، ١٩٩٨م ص٢/٧٩١ . د. الكردي:
130 الأحوال الشخصية، منشورات جامعة دمشق، الطبعة الخامسة ١٩٩٢ - ١٩٩٣م، ص ١٥ .
د. محمد سعيد رمضان البوطي: تحديد النسل، ٧٩ .
131 اختلف نقل الفقهاء المعاصرين عن أصحاب المذاهب الفقهية في قضية الإجهاض اختلافا شديدا، فمثلا
132 نقل البوطي عن الحنابلة جواز الإسقاط حتى الأربعة أشهر، بينما نقل د. ياسين عنهم المنع بعد الأربعين يوما، بينما نقل الشاذلي المنع مطلقا، ولعل السبب في ذلك أن كتب الفقه اضطربت أقوالها في المسألة عدا المالكية، حيث رجح جمهورهم المنع في كل مراحل الحياة الجنينية المرجع السابق، ٤٨ - ٥٤، محمد نعيم ياسين: أحكام الإجهاض، مجلة الشريعة والدراسات، العدد ١٣، رمضان ١٤٠٩هـ، ص ٢٥١ - ٢٦٢، وله أيضا: أبحاث فقهية في قضايا طبية معاصرة ص ١٩٧ - ١١٠، و انظر ثبت الندوة الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي حسن الشاذلي: الجنين حياته حقوقه ص٣٣٥ - ٣٤٣ .
العبدري: التاج والإكليل، ٦/٢٩٦، تفسير القرطبي ١٢/٨.
133 ابن حزم: المحلى ١١/٣٢ .
134 حاشية ابن عابدين ٦/٤٢٩ .
135 الغزالي: إحياء علوم الدين، دار الفكر، بيروت الطبعة الثانية، ١٩٨٩م ٢/٥٨ .
136 الإنصاف، ١/٣٨٦ .
137 الشافعي: الأم ٦/١٠٧ زكريا الأنصاري: حاشية الجمل، دار الفكر ٤/٤٤٧، شرح النووي لصحيح مسلم
138 ١١/١١٨، فتح الباري ١١/٤٨١ .
ابن قدامة: المغني ٨/٣٢٧، المرداوي: الإنصاف ١/٣٨٦ .
139 الأستروشني: الجامع لأحكام الصغار ٢/١٦٥، حاشية ابن عابدين ٣/١٧٦، فتح القدير ٣/٤٠١ .
140 العبدري التاج والإكليل، ٦/٢٩٦ .
141 الأستروشني: الجامع لأحكام الصغار ٢/١٥٩، حاشية ابن عابدين ٣/١٧٦، فتتح القدير ٣/٤٠١ .
142 المرداوي: الإنصاف ١/٣٨٦ .
143 البخاري: كتاب القدر، باب في القدر، رقم ٦٢٢١، مسلم: كتاب القدر، باب كيفية خلق الآدمي في بطن، رقم ٢٦٤٣ .
144 مسلم: كتاب القدر، باب كيفية خلق الآدمي في بطن، رقم ٢٦٤٥ .
145 البخاري: كتاب الطب، باب الكهانة رقم ٥٤٢٧، ألفية، مسلم: كتاب القسامة والمحاربين القصاص والديات،
146 باب دية الجنين، رقم ١٦٨١ .
يرجح مجمع الفقه الإسلامي - جدة - تحريم الإسقاط من بداية تكون الجنين: فقد جاء في قرار رقم ١٢٣

147 (١٢/٧) للجنين حق في الحياة من بدء تكونه، فلا يعتدى عليه بإجهاض أو بأي وجه من وجوه الإساءة التي
تحدث التشوهات الخلقية، أو العاهات.قرارات وتوصيات المجمع، القرارات (١ - ١٣٤) تنسيق وتعليق د.
عبد الستار أبو غدة، وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية - قطر. وانظر توصيات ندوة الإنجاب ص٣٥١.
وقد خالف البعض الجمهور فجعلوا نفخ الروح يحصل بعد اليوم الأربعين من عمر الجنين، وقولهم مردود

148 بظاهر الأحاديث الواردة في الباب، انظر تفصيل ذلك: محمد نعيم ياسين: حقيقة الجنين، مجلة الشريعة
والدراسات، العدد ١٧، ذو القعدة ١٤١٠هـ، ص ٩٢.
شرح النووي لصحيح مسلم، ١١٨/١١.

149 انظر مسفر القحطاني: إسقاط الجنين المشوه ٣٣٢/١، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.

150 الأم ١٠٧/٦.

151 د. فاروق هواش: علم النسج والجنين، مطبعة الرياض، جامعة دمشق، ١٩٨٣م ص ١٣، ١٩، د. محمد علي

152 البار: الجنين المشوه والأمراض الوراثية ٤٤ - ٤٩، ٣٩٢ د. محمود ناظم النسيمي: الطب النبوي والطب
الحديث مؤسسة الرسالة، بيروت، ط٣، ١٩٩١م، ٣/٣٣٧.
(راجع د. محمد نعيم ياسين: أحكام الإجهاض، مجلة الشريعة والدراسات، العدد ١٣، رمضان ١٤٠٩هـ، ص

153 ٢٧٦، تحديد النسل ص ٥٤، وقد اختلفت آراء الباحثَين في ترجيح الرأي الراجح في المسألة.
(ورأي المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية منع الإجهاض من أول أيام الجنين، انظر أحمد رجائي الجندي:
الاستنساخ بين الإقدام والإحجام، ثبت الندوة التاسعة: رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية، الجزء
الثاني، الاستنساخ ص١٥٢، وقد قدم عبدالله باسلامة دراسة طبية شرعية جيدة في بحثه بدء الحياة
وحرمة الأجنة، مقدم لندوة الإنجاب في ضوء الإسلام، رجح فيها منع الإسقاط بعد الاثنين والأربعين يوما.
محمود زكي شمسي: المسؤولية التقصيرية للأطباء، ص ١٩٨.

154 حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤١٩/١، ٤٢٥.

155 د. ب. برودي: تقنيات الطب البيولوجية وحقوق الإنسان: ٥٨، ٤٤٥.

156 حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤٢٠/١.

157 تحديد النسل بين الفقه والقانون/ ٧٨. حسان حتحوت: الإجهاض في الدين والطب والقانون، عن ندوة

158 الإنجاب في ضوء الإسلام ١٩٨٣، ص٢٤٣ و٢٤٤، وانظر حسان حتحوت: طبيات إسلامية، ص ٧٠.
مستقبلنا الوراثي: الجمعية الطبية البريطانية ١٩٤، د. محمد يحيى المحاسنة: الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة

159 الحقوق، مجلس النشر العلمي، الكويت، العدد الثالث، السنة ٢٨، شعبان ١٤٣٥هـ، سبتمبر ٢٠٠٤م، ص٢٨٨ - ٢٩٠.
د. محمد مرسي زهرة: التلقيح الصناعي، أحكامه القانونية حدوده الشرعية، ص١١٤، الكويت ١٩٩٣،

160 جامعة الكويت، وانظر د. أسامة القايد: الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته بأمراض وراثية٣٩١/١
و٣٩٢، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.
التلقيح الصناعي... أحكامه القانونية حدوده الشرعية، ص ١١٧، ١٤٨.

161 قانون العقوبات السوري، إعداد وتنسيق ممدوح عطري، مؤسسة النوري، دمشق، ١٩٩٨م. ص١٩٤، محمود

162 زكي شمسي: المسؤولية التقصيرية للأطباء، ص ١٧١، تحديد النسل بين الفقه والقانون، ٧٨ - ٧٩.
المسؤولية التقصيرية للأطباء، ص ٢٠٨ - ٢١١، وانظر الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته بأمراض

163 وراثية٣٨٦/١ - ٣٨٧.
الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته بأمراض وراثية٣٩٢/١١.

164 المسؤولية التقصيرية للأطباء ص ١٩٩ .
165 د . أحمد شرف الدين: حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤٢١/١ .
166 الشاطبي: الموافقات ٨/٢، تحديد النسل: ٤٦/، د .محمد نعيم ياسين: حقيقة الجنين، مجلة الشريعة
167 والدراسات، العدد ١٧، ذو القعدة ١٤١٠هـ.ص ١٢١ .
د . البوطي: موقف الشريعة الإسلامية من التحكم بنوع وأوصاف الجنين والإسقاط عند ظن التشوه ضمن
168 مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون ٢٩٨/١ .
الجصاص: أحكام القرآن، تفسير القرطبي ٣٢١/٥، الشافعي: الأم ١٠٩/٦، مختصر الخرقي /١١٩، تحديد
169 النسل /٦٤ . وقد ذكرت أحد الدراسات جواز الإسقاط بعد نفخ الروح إذا كان المرض الوراثي خطيرا علي
أحمد الندوي: الهندسة الوراثية وتطبيقاتها ١٩٩/١، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون .
وقد اختلف الفقهاء المعاصرون في قضية إسقاط الجنين المشوه في هذه المرحلة، ومال أغلبهم إلى الإباحة،
170 وأعدد منهم الشيخ محمد الغزالي، انظر ثبت الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، ص٧٠٤،
وذهب الشيخ محمد الغزالي إلى أبعد من ذلك، إلى أن الجنين المشوه تشويها كبيرا يعوقه عن حياته الطبيعية
يجوز إسقاطه في أي مرحلة من مراحل حياته الجنينية، ص٧٠٤، ثم ذكر التوقف في الجنين المتخلق في
موضع آخر ص٧٤٢ . وانظر ص ٧٠٧، ٧١٠، من الندوة. ومن المبيحين أيضا د .محمد الزحيلي، و د .محمد نعيم
ياسين: انظر مقال حقيقة الجنين للدكتور ياسين، مجلة الشريعة والدراسات، العدد ١٧، ذو القعدة ١٤١٠هـ،
ص ١٢٦، وأيضا أستاذنا البوطي، انظر له: تحديد النسل/٦١، وله أيضا: موقف الشريعة الإسلامية من
التحكم بنوع وأوصاف الجنين والإسقاط عند ظن التشوه ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون
٢٩٨/١، ومن المانعين د . حسن الشاذلي: انظر ثبت الندوة الأخيرة حسن الشاذلي: الجنين حياته حقوقه
ص٣٤٤ - ٣٤٨ .كما أباح هذا الإسقاط مجلس المجمع الفقهي لرابطة العالم الإسلامي في الدورة الثانية
عشرة المنعقدة في مكة المكرمة ١٥ رجب ١٤١٠هـ، انظر قرارات المجمع الفقهي ص٢٧٩ . وانظر ثبت
ندوةالوراثة والهندسة الوراثية والجينوم البشري والعلاج الجيني، الجزء الثاني، ص٦٣٦، ٧٤٤، ٧٨٦.
حاشية ابن عابدين، ٣ /١٧٦ .
171 تحديد النسل، ص ٦٣ .
172 الموافقات، ٢١٠/٤ .
173 ابن رشد الحفيد: بداية المجتهد، دار الفكر، بيروت، ٣١٢/٢ .
174 المغني، ٢٠٢/٢ .
175 المحلى، ٣٣/١١ .
176 الموافقات، ١٢/٢ .
177 انظر ثبت أعمال الندوة الثالثة، رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية ص٧٠٧، ٧١٠، وانظر ثبت الندوة
178 الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي ص٥١٥ -
٥٢١، وانظر موقف الشريعة الإسلامية من التحكم بنوع وأوصاف الجنين والإسقاط عند ظن التشوه
٢٩٨/١، تحديد النسل /٦١.
انظر محمد على البار: الجنين المشوه والأمراض والوراثية ١٣٢ - ١٥٧، مسفر القحطاني: إسقاط الجنين
179 المشوه ٣٦٧/١، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون .
ابن نجيم: الأشباه والنظائر تحقيق عميرات/ ٧٣، السيوطي: الأشباه والنظائر، تحقيق البغدادي/ ١٧٣ .

180 د.محمد نعيم ياسين: حقيقة الجنين، مجلة الشريعة والدراسات، العدد ١٧، ذو القعدة ١٤١٠هـ، ص ١٢٨،
181 الرملي: نهاية المحتاج٢/٤١٦، مطبعة البابي الحلبي.
انظر مسفر القحطاني: إسقاط الجنين المشوه ١/٣٦٨، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.
182 التلقيح الصناعي... أحكامه القانونية حدوده الشرعية، ص٩٩ . التدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ١٥٢ .
183 رضا عبد الحليم: الحماية القانونية للجين البشري، ص٦٥ .
184 الحماية القانونية للجين البشري، ص٤٣ . د أسامة القايد: الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته
185 بأمراض وراثية١/٣٩١، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.
الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته بأمراض وراثية،١/٣٩٢ .
186 الحماية القانونية للجين، ص ٤٥ .
187 الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته بأمراض وراثية،١/٣٩٤ .
188 الحماية القانونية للجين البشري، ص٢٦، ٤٤.
189 الإجهاض بسبب تشوه الجنين أو إصابته بأمراض وراثية، ١/٣٩٦ - ٤٠٢.
190 Gardner LI , Neu RL : Evidence linking an extra Y chromosome to sociopathic behavior. Arch Gen
191 Psychiatry 26: 220- 222 (1972) Genetics , antisocial personality , and criminal responsibility. Din-widdie Sh. , Bull Am Acad Psychiatry Law. 1996;24(1):95-108، د. زولت هارسنياي و ريتشارد هتون: التنبؤ الوراثي، ترجمة د. مصطفى فهمي، د. مختار الظواهري، سلسلة عالم المعرفة، العدد ١٣٠، ص ٢٥٤، د. موسى الخلف، العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، ص١٠٢، مات ريدلي، الجينوم، سلسلة عالم المعرفة، العدد٢٧٥، ص١٣٩ - ١٤٢، نجوى عبد المجيد محمد: مشروعية استخدام الجينات كمسوغ للإعفاء من العقوبات، ضمن ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم والعلاج الجيني ٢/ ٨٧٥ - ٨٧٦، ٩٣٧.
محمد تقي فلسفي، الطفل بين الوراثة والتربية١/ ١٢٤ - ١٢٩، كارم السيد غنيم: الاستنساخ و الإنجاب
192 بين تجريب العلماء وتشريع السماء٨٥ - ٨٦ . محمد تيم: الآثار الاجتماعية والأخلاقية لتطبيق الاستنساخ، الندوة التاسعة رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، ج٢، الاستنساخ، ص٢٣٣ - ٢٣٥، مأمون مبيض: الطب النفسي والمعالجة الوراثية، ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم ٨٨١ - ٨٨٥ .
محمد رأفت عثمان: نظرة فقهية في الأمراض التي يجب أن يكون الاختبار الوراثي فيها إجباريا، ضمن
193 ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم ٢/ ٩٣٧ .
الموافقات ٢/١١٠ .
194 الموافقات ٢/١١١ .
195 مستقبلنا الوراثي: الجمعية الطبية البريطانية، ص ٢٣٤ .
196 جاء في أحد قرارات المجمع الفقهي الإسلامي بمكة في دورته الخامسة عشرة، ص ٣١٣: «لا يجوز إجراء
197 أي بحث أو القيام بأي معالجة أو تشخيص يتعلق بمورثات إنسان ما إلا للضرورة».
عبد الهادي مصباح: العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية، ص١٢٤ .
198 العصر الجينومي: سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، ص١٩٣ .
199 المرجع السابق، ص ١٤٦ .
200 إلى أين تسير التقنيات البيولوجية: محمد اليشوي، ص١٠٣، ضمن ثبت الندوة التاسعة رؤية إسلامية، ج٢،

201 الاستنساخ.

فرنس أندرسون: المعالجة الجينية، ص٣٨ - ٤٢، مجلة العلوم، أبريل ١٩٩٨، العلاج الجيني واستنساخ

202 الأعضاء البشرية، ص٥٩، العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، ص١١٧.

تحديد النسل: ٤٦، د. حسن على الشاذلي: الجنين حياته وحقوقه في الشريعة، ص٣٥٢، ضمن ثبت الندوة

203 الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي.

البخاري: كتاب النكاح، باب العزل، رقم ٤٩١١، مسلم كتاب النكاح، باب حكم العزل، رقم ١٤٤٠.

204 التلقيح الصناعي، أحكامه القانونية حدوده الشرعية، ص١٠٢.

205 انظر قرارات وتوصيات مجلس مجمع الفقه الإسلامي - جدة - للدورات (١ - ١٠)، ص٣٤.

206 د. أحمد شرف الدين: حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ١/٤٢٤ - ٤٢٦

207 ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.

حاشية البجيرمي، المكتبة الإسلامية، ديار بكر، تركيا ٤/٧٧، حواشي الشرواني ٨/٢٣١.

208 السيوطي: الأشباه والنظائر، ص ٦١.

209 المرجع السابق، ص ١١٧.

210 د. السيد محمود عبد الرحيم مهران: الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ٢٤٤.

211 د. محمد حسن أبو يحيى: حكم التحكم في صفات الجنين في الشريعة الإسلامية ١/٣١٨ - ٣٢٠. ضمن

212 مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.

حكم التحكم في صفات الجنين في الشريعة الإسلامية ١/٣١٨ - ٣٢٠.

213 آل الشيخ مبارك: التداوي والمسؤولية الطبية، ص١١١، الغزالي: إحياء علوم الدين، يقول الإمام الغزالي:

214 «وأما الموهوم فشرط التوكل تركه، إذ به وصف رسول الله المتوكلين»، ٤/٢٨٣.

جاء في المحصول للرازي: «النادر لا عبرة به».تحقيق طه جابر علواني، الرياض، ط١، ١٤٠٠ هـ.

215 إياد أحمد إبراهيم: الهندسة الوراثية بين معطيات العلم وضوابط الشرع، ص ٩٨.

216 السيوطي: الأشباه والنظائر، ص ٧٥.

217 إصدار الجمعية الطبية البريطانية، ص ٢٣٧.

218 الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ٢٤٩.

219 مستقبلنا الوراثي: منشورات الجمعية الطبية البريطانية، ص ١٩٤، ١٩٥.

220 الحماية القانونية للجين البشري، ص٦٦، ص ٢٤٥ وما بعدها. الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل

221 الوراثة والتكاثر، ص ٢٤٩، د. محمد مرسي زهرة: التلقيح الصناعي... أحكامه وحدوده، ص١٢١ - ١٢٣.

التلقيح الصناعي أحكامه وحدوده. ص١٣١.

222 لسان العرب، القاموس المحيط: مادة حسن، أبو حيان الأندلس: البحر المحيط تفسير آية «زين للذين كفروا

223 الحياة الدنيا..» البقرة /٢١٢.

مستقبلنا الوراثي: الجمعية الطبية البريطانية، ص ٢٦٤ و٢٦٥، العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة،

224 العدد ٢٩٤، ص١٨٠، ١٨٦.

منها ثبت أعمال الندوة الثالثة، رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، د. عثمان شبير، أحكام جراحة

225 التجميل، ص٥٢٧، ٧٥٦.

انظر تفصيل هذه الاختلافات، محمد النتشه: المسائل الطبية المستجدة في ضوء الشريعة الإسلامية،

226 رسالة دكتوراه مقدمة لجامعة أم درمان الإسلامية، سلسلة إصدارات الحكمة، الإصدار السابع، الطبعة الأولى ٢٠٠١م - ١٤٢٢هـ ٢٥٨/٢ - ٢٦٨، أسامة صباغ: العمليات الجراحية التجميلية، رسالة ماجستير، كلية الشريعة جامعة دمشق، ص١٤٣ - ١٥٠ .

سبق تخريجه حاشية ٥٦، مسلم: كتاب القدر، باب في الأمر بالقوة وترك العجز، رقم ٤٨١٦، ابن ماجة:
227 كتاب الزهد، باب التوكل واليقين، رقم ٤١٥٨ .

ابن ماجة: كتاب النكاح، باب الأكفاء، رقم ١٩٦٨، وللحديث شواهد منها: «تخيروا لنطفكم فإن النساء يلدن
228 إخوانهن أو أخواتهن» وفي رواية «فإن العرق دساس» وقوله : «لا تنكحوا النساء إلا الأكفاء» يقول صاحب نصب الراية: «وفي اعتبار الأكفاء أحاديث لا تقوم بأكثرها الحجة»، الزيلعي: نصب الراية ١٩٦/٣، العجلوني: كشف الخفاء ٣٥٨/١ .

الرواية صححها الحاكم، وقال عنها أبو حاتم الرازي: «ليس له أصل»، وقال ابن الصلاح: «له أسانيد فيها
229 مقال ولكن صححه الحاكم» العجلوني: كشف الخفاء ٣٥٨/١ .

سبق تخريجه .

230 الوشم أن يُغرَز الجلدُ بإبرة، ثم يُحشى بكُحل فيزرقّ أثرُه، والتي تفعل ذلك تسمى واشمة، والمُستوشِمة التي
231 يُفعل بها ذلك، النهاية في غريب الحديث: مادة وشم، لسان العرب: مادة وصل.

النَّامصة: التي تنتف الشَّعَر من وجهها، والمُتنمِّصة: التي تأمُر من يفعل بها ذلك. النهاية في غريب الحديث
232 مادة نمص، لسان العرب: مادة نمص .

الفَلَج بالتَّحريك: فُرْجَة ما بين الثَّنايا والرَّبَاعيات، والمتفلجات النساء اللاتي يفْعلن ذلك بأسْنانهنّ رَغْبَة في
233 تحسين جمالهن، النهاية في غريب الحديث: مادة فلج، ولعل الفلج في عصرنا يعكر صفو الجمال بدلا من تحسينه .

البخاري: كتاب التفسير، باب ما أتاكم الرسول فخذوه، رقم ٤٦٠٤، مسلم: كتاب اللباس و الزينة، باب
234 تحريم فعل الواصلة والمستوصلة، رقم: ٢١٢٥ .

والواصِلَةُ: المرأة تصل شعرها بشعر غيرها والمستوصلة الطالبة لذلك، انظر القاموس المحيط: مادة وصل .

235 البخاري: كتاب اللباس، باب الوصل في الشعر، رقم ٥٥٩٠، مسلم: كتاب اللباس والزينة، باب تحريم فعل
236 الواصلة، رقم٢١٢٢ .

الجصاص: أحكام القرآن ٢٦٨/٣، القرطبي: تفسير الجامع لأحكام القرآن ٣٨٩/٥، تفسير الطبري
237 ٢٨٢/٥، دار الفكر بيروت ١٤٠٥، ابن كثير: تفسير القرآن العظيم، دار الفكر، بيروت، ١٤١٠هـ،٥٥٧/١ .

الجصاص: أحكام القرآن ٢٦٨/٣، تفسير القرطبي ٣٩٤/٥، تفسير الطبري ٢٨٣/٥، الطبعة السابقة،
238 المباركفوري: تحفة الأحوذي، ١٧١/٤، ابن كثير: تفسير القرآن العظيم ٥٥٧/١ .

فتح الباري٣٧٥/١٠، تحفة الأحوذي ٥٥/٨ .

239 المغني، ٦٨/١ .

240 بدائع الصنائع ١٢٥/٥، حاشية ابن عابدين ٣٧٣/٦ .

241 تفسير القرطبي ٣٩٣/٥ . راجع تفصيل أقوال المذاهب في بحث د. محمد عثمان شبير أحكام جراحة
242 التجميل، ضمن ثبت الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، ص٤٦٣ - ٥١٦ .

الموافقات، ١٩/٢ .

243 الموافقات، ٣٧/٢ .

244 عبد الهادي مصباح: العلاج: العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية ص١٠٦ .

245 جاء في الموافقات: «المباح ضربان، أحدهما أن يكون خادما لأصل ضروري أو حاجي أو تكميلي، والثاني أن

246 لا يكون كذلك»، ١٢٨/١

ابن نجيم، ط٢: الأشباه والنظائر، ص١٠٤، أحمد الزرقا: شرح القواعد الفقهية، ص ٣٠٩ .

247 ثبت ندوة الوراثة والهندسة الوراثية والجينات، ٨٣٤/٢ .

248 ويضيق الأستاذ الدكتور البوطي التحريم لتغيير الخلق في الآية على التغيير فيما بعد الولادة، أما قبلها فلا

249 تشمله الآية، انظر د. البوطي: موقف الشريعة الإسلامية من التحكم بنوع وأوصاف الجنين والإسقاط عند ظن التشوه، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، ٢٩٧/١.

الموافقات: الشاطبي ١٠٩/٢ و ١١٠ .

250 عبد الرحمن حسن حبنكي: ضوابط المعرفة، دار القلم، دمشق الطبعة السادسة ١٤٢٣هـ، ٢٠٠٢م، ص ٣٥٤ .

251 قرارات المجمع، ص ٣١٢ .

252 التلقيح الصناعي... أحكامه وحدوده، ص١٣١، مستقبلنا الوراثي، ص ١٩٤ .

253 رضا عبد الحليم: الحماية القانونية للجين البشري، ص٤١ .

254 انظر ملحق مشروع إعلان اليونسكو لحماية الجين الإنساني عن الحماية القانونية للجين البشري، ص٢٣٧،

255 وانظر د. هدى حامد قشقوش: مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي، عن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، ص٨٧ .

مسقبلنا الوراثي، ص ١٩٤ .

256 الحماية القانونية للجين البشري، ص٢٤٥ - ٢٤٨ .

257 انظر دليل الضوابط والأخلاقيات في بحوث التكاثر البشري في العالم الإسلامي الصادر عن المؤتمر

258 الدولي الأول لضوابط وأخلاقيات التكاثر البشري، ص ١٣٤، وانظر الحماية القانونية للجين البشري، ص٢٣١ .

الحماية القانونية للجين البشري، ٢٤٩ .

259 التلقيح الصناعي... أحكامه وحدوده، هامش ص ١٣٢ .

260 ابن أمير الحاج: التقرير والتحبير، ص ١٣٢ .

261 د.مصطفى عرجاوي: أحكام نقل الدم في القانون المدني والفقه الإسلامي، مجلة الشريعة والدراسات

262 الإسلامية، العدد ٤٨، مارس ٢٠٠٢م، ص ٢١٥.

د. محمد حسن أبو يحيى: حكم التحكم في صفات الجنين في الشريعة الإسلامية، ٣١٨/١، ضمن مؤتمر

263 الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.

إياد أحمد إبراهيم: الهندسة الوراثية بين معطيات العلم وضوابط الشرع، ص ٩٤ .

264 جاء في فتح الباري: «إذا تجردت الوسيلة عن المقصد لم يحصل المرتب على المقصود» ١٩٣/٣، وانظر

265 الموافقات ٢٢٦/٢ .

قواعد الأحكام في مصالح الأنام، ص ٦٩ .

266 فتاوى ابن تيمية: ٣٤٣/٢٣، علي أحمد الندوي: الهندسة الوراثية وتطبيقاتها ١٨٨/١ - ١٩٠، مؤتمر

267 الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.

طلال عجاج قاضي: المسؤولية المدنية للطبيب، ص٢٦٩، محمود زكي شمسي: المسؤولية التقصيرية للأطباء

268 ص ٣٧٨، د. السيد محمود عبد الرحيم مهران: الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ٢٧٠ .
الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ٢٧١ .

269 مستقبلنا الوراثي، ص ٢٣٦ .

270 ثبت أعمال الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية المنعقدة بتاريخ ٢٠ شعبان ١٤٠٧هـ، الطبعة

271 الثانية ١٩٩٥م، ص ٧٥٦ . أسامة صباغ: العمليات الجراحية التجميلية، رسالة ماجستير، كلية الشريعة، جامعة دمشق، ص١٤٣ – ١٥٠ .
ثبت أعمال الندوة الثالثة، رؤية إسلامية لبعض المشكلات الطبية المعاصرة ١٩٩٥م، ص ٧٥٦.

272 المرجع السابق، ص٥٠٩، ٥١٨ – ٥٢٠، أسامة صباغ: العمليات الجراحية التجميلية، رسالة ماجستير، كلية

273 الشريعة، جامعة دمشق، ص١٥٠ – ١٥٢ .
الموافقات، ٣٧/٢ .

274 الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر ص ٢٧٥ .

275 الحماية القانونية للجين البشري، ص ٦٦، ٢٤٥.

276 العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية، ص١٢٤ .

277 العصر الجينومي: سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، ص١٩٣ .

278 المرجع السابق، ص١٤٢ .

279 المرجع السابق، ص١٤٦ .

280 رضا عبد الحليم: الحماية القانونية للجين البشري، ص٤١، ٦٦.

281 المرجع السابق، ص٤١ – ٤٢ .

282 المرجع السابق، ص٢٨ – ٣٠، ٩٦.

283 هذا من حيث الحرمة، أما من حيث القيمة، فالاعتداء على الآدمي فيه القصاص أو الدية، أما الاعتداء

284 على هذا الجنين، ففيه حالتان، إذا استهل باكيا ثم مات ففيه الدية كاملة، مثل الآدمي، أما إذا سقط ميتا ففيه الغرة وتقدر بنصف عشر الدية، حاشية ابن عابدين ٥٨/٦، جاء في الحاشية: «إن ألقته حيا . .فدية كاملة» وجاء في تفسير القرطبي: «أن يضرب بطن أمه فتلقيه حيا ثم يموت فقال كل العلماء: فيه الدية كاملة» ٣٢١/٥، وانظر المهذب١٩٧/٢، التنبيه ٢٢٣/٢، المغني ٢٦٢/٦، المبدع ٣٦٠/٨ .
معن ريشا: هكذ تنجبين مولودا ذكرا وهكذا تنجبين مولودا أنثى، ص٩٧، د. محمد النتشة: المسائل الطبية

285 المستجدة ٢٢٣/٢ – ٢٢٦، وانظر كارم السيد غنيم: الاستنساخ و الإنجاب بين تجريب العلماء وتشريع السماء ٢٨١ – ٢٨٩، د. مصطفى عبد البر: اختيار نوع الجنين، عن الموقع: khosoba_com News - Sex Selection.
د. مصطفى عبد البر: اختيار نوع الجنين، عن الموقع: khosoba_com News - Sex Selection.

286 د. مصطفى عبد البر: اختيار نوع الجنين، عن الموقع: khosoba_com News - Sex Selection. عبد الهادي

287 مصباح: العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية ص ١١٣ و ١١٤، مستقبلنا الوراثي: وقد عدَّ نسبة التحكم في جنس المولود لا تتجاوز ٨٠ – ٨٥٪ خلافا للمرجع الأول حيث جعلها ٩٥٪ .
توجد شبهتان، تناولها الباحثون الذين كتبوا في هذا الموضوع، الأولى إن معرفة جنس المولود، أو التحكم به

288 فيها معارضة للحديث المروي في البخاري ومسلم وهو قوله (: «خمس لا يعلمهن إلا الله ثم تلا قوله تعالى في سورة لقمان: ﴿إِنَّ اللَّهَ عِندَهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنَزِّلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْحَامِ وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ مَّاذَا تَكْسِبُ غَدًا وَمَا تَدْرِي

نَفسٌ بِأَيِّ أَرضٍ تَمُوتُ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ﴾ لقمان/ ٣٤، وقد ردت بأن حصر علم الله في معرفة جنس المولود هو تضييق لمعنى الآية، إذ يتسع المعنى ليشمل عمر الجنين وأجله وصفاته الشخصية الجسمية والنفسية، ودقائق الأنسجة والخلايا وغيرها، وذلك لعموم كلمة «ما» فاجتماع كل ذلك لا يعلمه إلا الله؛ والشبهة الأخرى هي معارضة التحكم في جنس الجنين للآية في سورة الشورى: ﴿يَخلُقُ مَا يَشَاءُ يَهَبُ لِمَن يَشَاءُ إِنَاثًا وَيَهَبُ لِمَن يَشَاءُ الذُّكُورَ﴾ /٥٠، ويرد عليها بأن كل شيء يجري بأمر الله، فمن أراد الله أن يهبه ذكرا يسر له طريق الوصول إلى الأطباء الذين أعطاهم الله مفاتيح هذا العلم، د. محمد النتشة: المسائل الطبية المستجدة ٢٢٨/٢، ندوة الإنجاب: القرضاوي ص ٩٥ - ٩٧، الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء ص ٣١٢ .
ندوة الإنجاب في ضوء الإسلام ص ٩٨ - ١٢١، المسائل الطبية المستجدة ص٢٣٠ - ٢٣٤،، توصيات الندوة، ص ١٤٩، إياد أحمد إبراهيم، الهندسة الوراثية بين معطيات العلم وضوابط الشرع، ١٢٣ - ١٣١ .

289 الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ١٣، وهبة الزحيلي: الاستنساخ جدل العلم والدين والأخلاق، ص ١٢٧ .

290 قوله تعالى: ﴿وَلَأُضِلَّنَّهُمْ وَلَأُمَنِّيَنَّهُمْ وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُبَتِّكُنَّ آذَانَ الْأَنْعَامِ وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ اللَّهِ وَمَن يَتَّخِذِ الشَّيْطَانَ وَلِيًّا مِّن دُونِ اللَّهِ فَقَدْ خَسِرَ خُسْرَانًا مُّبِينًا﴾ النساء/ ١١ٹ، ومنها قوله في البخاري ومسلم من رواية ابن مسعود «لعن الله

291 الواشمات والمتنمصات والمتفلجات للحسن المغيرات خلق الله...». سبق تخريجه، وأحاديث كثيرة أخرى .
ندى الدقر، د. يوسف بوبس: معرفة جنس الجنين والتدخل لتحديده ٢١٤/٢ - ٢١٦، ضمن مؤتمر الهندسة

292 الوراثية بين الشريعة والقانون .
ندوة الإنجاب في ضوء الإسلام ٩٤ - ١٢١، توصيات الندوة ٢٤٩، معرفة جنس الجنين والتدخل لتحديده

293 ٢١٤/٢ - ٢١٦ . المسائل الطبية المستجدة ٢٢٨/٢ .
معرفة جنس الجنين والتدخل لتحديده ٢١٧/٢ .

294 السيوطي: الأشباه والنظائر، ص ٧٥ .

295 انظر قرارات وتوصيات مجلس مجمع الفقه الإسلامي - جدة - للدورات (١ - ١٠)، ص٣٤، قرار ١٦ (٣/٤).

296 انظر مستقبلنا الوراثي، ص٢٥٠، وانظر د. مصطفى عبد البر: اختيار نوع الجنين، عن الموقع: khoso-

297 .ba_com News - Sex Selection.
محمد على البار: الجنين المشوه والأمراض والوراثية، ٢٠٩ - ٢١٣ .

298 الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ٣٠٧، د. محمد حسن أبو يحيى: حكم التحكم في

299 صفات الجنين في الشريعة الإسلامية ٣١٣/١، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.
الجويني البرهان، تحقيق عبد العظيم ديب، دار الوفاء، مصر، ط٤، ١٤١٨هـ، ٦٠٦/٢، السيوطي الأشباه

300 والنظائر، ص٨٨.
الموافقات ١٤٥/٤ . الأشباه والنظائر، ص ٨٤.

301 الاستنساخ بين تجريب العلماء وتشريع السماء، ص ٣٠٧ .

302 رضى عبد الحليم: الحماية القانونية للجين البشري، ص ٢٤٥ .

303 د. السيد محمود عبد الرحيم مهران: الأحكام الشرعية والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ٣٧٩ .

304 علي الندوي: الهندسة الوراثية وتطبيقاتها، مؤتمر الهندسة الوراثية الإمارات١٨١/١، الأحكام الشرعية

305 والقانونية للتدخل في عوامل الوراثة والتكاثر، ص ٣٨٢ .
الحماية القانونية للجين البشري، ص ٦٨ .

306 انظر المقالة «الآباء يستطيعون اختيار جنس مواليدهم في الموقع»: «خصوبة دوت كوم» عنوانه: .http://www
307 khosoba. com/articles/050407x01-sex-selection-britain. htm
د. محمد مرسي زهرة: التلقيح الصناعي أحكامه وحدوده، ص٨٢.
308 العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، عدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص١٤٣ .
309 انظر مقالة بعنوان علماء يعالجون بالهندسة الوراثية أول خلايا جذعية بشرية عن الموقع خصوبة دوت كوم
310 http://www. khosoba. com/articles/index. htm.
311 Lumelsky N , Blondel O , Laeng P , Velasco I , Ravin R , McKay R. : Differentiation of embryonic stem cells to Insulin-secreting structures similar to pancreatic islets. Science 292:1389-1394 (2001).
.
312 داء باركنسون، هو عبارة عن نقص في مادة الدوبامين في بعض الخلايا الدماغية تسبب اضطرابا عصبيا، ورجفانا لدى المريض، ويأمل العلماء بتعويض هذه المادة بالطريقة نفسها التي يتأملون بها تعويض هرمون الأنسولين، ر. ميشيل بليز، معالجة جينية للسرطان، ص٥٨ - ٦٣، مجلة العلوم، أبريل ١٩٩٨، د. عبد الهادي مصباح، العلاج الجيني واستنساخ الأعضاء البشرية، ص١٩، ٤٩، ١٤٣ .
313 بدائع الصنائع ١٤٥/٥، القرطبي ١٠٢/٢، مغني المحتاج ١٩١/١ .
314 جاء في المبسوط للسرخسي: «لأن النفس محرمة بحرمتين، وفي إتلافها هتك الحرمتين جميعا، حرمة حق الله تعالى وحرمة حق صاحب النفس» ٦١/٢٦، وانظر قواعد الأحكام في مصالح الأنام، ص١٢٩، ١٤١.
315 قواعد الأحكام، ص ٨١.
316 كشاف القناع ١٩٩/٦، المغني ٣٣٥/٩ .
317 قواعد الأحكام، ص ٨١ .
318 البحر الرائق ١٢٦/٨ .
319 حاشية الدسوقي ١١٦/٢ .
320 ١٢٦/٢ . وانظر حاشية البجيرمي المكتبة الإسلامية، ديار بكر تركيا ٢٣٩/١ .
321 انظر قرارات وتوصيات مجلس مجمع الفقه الإسلامي - جدة - للدورات (١ - ١٠)، تنسيق المقرر العام للمجمع: د. عبد الستار أبو غدة، قرار رقم ٢٦ (٤/١) ص٥٩، وانظر قرارات المجمع الفقهي الإسلامي لرابطة العالم الإسلامي - مكة المكرمة - الدورة الثامنة تاريخ ٧ جمادى الأولى ١٤٠٥هـ القرار الأول ص١٥٨، وانظر ثبت الندوة الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي، د محمد نعيم ياسين: حكم التبرع بالاعضاء٤٥٥ - ٤٦٤، وانظر ثبت أعمال الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية: محمدسيد طنطاوي: حكم بيع الإنسان لعضو من أعضائه أو التبرع به ص٣١٣ - ٣١٥، فوزي فيض الله: التصرف بأعضاء الإنسان ص٣٣٧ - ٣٣٨، وانظر إبراهيم اليعقوبي: شفاء التباريح والأدواء في حكم التشريح ونقل الأعضاء، مكتبة الغزالي، دمشق، ط١ ١٩٨٦، ص١٠٤ - ١٠٧، و د. البوطي: قضايا فقهية معاصرة، ص١٢٣، ١٢٤، ١٣١، و د. محمد مرسي زهرة: التلقيح الصناعي أحكامه وحدوده، ص١٢٧ .
322 د .محمد نعيم ياسين: أبحاث فقهية في قضايا طبية معاصرة، ص١٠٦، وله أيضا: حقيقة الجنين وحكم الانتفاع به، مجلة الشريعة والدراسات، العدد ١٧، ذو القعدة ١٤١٠هـ، ص ١١٩ .
323 حقيقة الجنين وحكم الانتفاع به، ص ١٢٧ .
324 أجاز المجمع الفقهي لرابطة العلام الإسلامي - مكة المكرمة - عزل الخلايا الجذعية والاستفادة منها في

أنواع العلاجات وزراعة الأنسجة في دورته السابعة عشرة، شوال ١٤٢٤هـ، القرار الثالث حيث جاء فيه: «يجوز الحصول على الخلايا الجذعية، وتنميتها واستخدامها بهدف العلاج، أو لإجراء الأبحاث العلمية المباحة، إذا كان مصدرها مباحا» انظر قرارات المجمع، الدورة السابعة عشرة، ص ٣٤ .

325 د. محمد النتشة: المسائل الطبية المستجدة في ضوء الشريعة الإسلامية، ٢/٢٨٥ - ٢٦٨. العمليات الجراحية التجميلية، ص١٤٣ - ١٥٠، وانظر د. عثمان شبير، أحكام جراحة التجميل، ص٥٢٧، ضمن ثبت أعمال الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، وانظر توصيات الندوة، ص ٧٥٦ .

326 انظر ثبت الندوة الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي، د نعيم ياسين: حكم التبرع بالأعضاء، ص٤٧٤ - ٤٧٦ .

327 مواهب الجليل ١١٨/٥ . الشيرازي: التنبيه، ص ١٠٨، المغني ٥٢/٥ . جاء في مواهب الجليل: «من جاز أن يتصرف لنفسه جاز أن يوكل» والجنين ليس منهم .

328 البحر الرائق ٢٠٣/٢، تفسير القرطبي، ١٠/١٢، الفواكه الدواني، ٣٠١/١ .

329 التلقيح الصناعي أحكامه القانونية حدوده الشرعية، ص ١٠٥، د. أحمد شرف الدين: حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب، ٤٢٤/١، ٤٢٦، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون .

330 قواعد الأحكام في مصالح الأنام، ص٩٢ .

331 انظر إبراهيم اليعقوبي: شفاء التباريح والأدواء في حكم التشريح ونقل الأعضاء، ص ١٠٧، د.حسام الدين الأهواني: نحو نظام قانوني لجسم الإنسان، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية، يناير، العدد الأول السنة الأربعون، ص٢٧ - ٦٢، وانظر قرارات وتوصيات مجلس مجمع الفقه الإسلامي - جدة - للدورات (١ - ١٠)، تنسيق المقرر العام للمجمع: د. عبد الستار أبو غدة، قرار رقم ٢٦ (٤/١)، ص٦٠، وانظر ثبت الندوة الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي، د. محمد نعيم ياسين: حكم التبرع بالأعضاء، ص ٥٠١، وثبت أعمال الندوة الثالثة رؤية إسلامية لبعض الممارسات الطبية، انظر فيها: محمد سيد طنطاوي: حكم بيع الإنسان لعضو من أعضائه أو التبرع به، ص٣٠٨، فوزي فيض الله: التصرف بأعضاء الإنسان، ص٣٣٨، د.محمد نعيم ياسين: بيع الأعضاء الآدمية، ص٣٧٢ .

332 النووي المجموع ١٤٠/٩، ٢٢٦ .

333 انظر د.محمد نعيم ياسين: حكم التبرع بالأعضاء ثبت الندوة الفقهية الخامسة بعنوان السياسة الصحية والأخلاقيات والقيم الإنسانية من منظور إسلامي، ص ٥٠١ .

334 التلقيح الصناعي: أحكامه القانونية وحدوده الشرعية، ص٩٥ .

335 القياس الخفي هو أحد معاني الاستحسان، والاستحسان مصدر من مصادر التشريع الفرعية عند الحنفية، وهو عدول المجتهد في حكم المسألة من مقتضى قياس جلي إلى مقتضى قياس خفي لعلة انقدحت في ذهنه، أصول السرخسي، ٢٠٦/٢، التقرير والتحبير، ٢٩/٣، البحر الرائق،١١٨/١ .

336 المجمع الفقهي لرابطة العالم الإسلامي - مكة المكرمة - قد منع هذا النوع من الاستنساخ، وذلك انسجاما مع تحريم جميع أنواع الاستنساخ التوالدي في دورته السابعة عشرة، شوال ١٤٢٤هـ، القرار الثالث .

337 د.محمد يحيى مرتضى: الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، مجلس النشر العلمي، الكويت، العدد الثالث، السنة ٢٨، شعبان ١٤٣٥هـ سبتمبر ٢٠٠٤م، ص ٣٠٩ .

338 انظر المقال: السويسريون يوافقون على أبحاث الخلايا الجذعية، في الموقع خصوبة دوت كوم وعنوانه http://www. khosoba. com/articles/050106x01-swiss-stem-cells-approval. htm

339 مستقبلنا الوراثي ص١٩٤ .

340 انظر مقالة بعنوان: افتتاح أول بنك للخلايا الجذعية في العالم عن الموقع خصوبة دوت كوم: http://www. khosoba. com/articles/index. htm. محمد يحيى مرتضى: الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، الكويت، العدد الثالث، السنة ٢٨، ص٢٨٩ .

341 انظر مقالة بعنوان «واشنطن تقرر إنشاء بنك لخلايا المنشأ» عن الموقع خصوبة دوت كوم: http://www. khosoba. com/articles/index. htm وانظر الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، العدد ٣، ص ٢٨٨، وانظر د. هدى حامد قشقوش: مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي، عن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، ٧٩/١ .

342 انظر محمد علي البار: الخلايا الجذعية والقضايا الأخلاقية والفقهية ٩٢٣/٣، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون.وانظر مقالة بعنوان اليابان توافق على استنساخ أجنة بشرية عن الموقع خصوبة دوت كوم: http://www. khosoba. com/articles/index. htm.

343 انظر المقالة نجاح تحول خلايا نخاع العظام إلى خلايا عصبية عن الموقع خصوبة دوت كوم وعنوانه: //:http .www. khosoba. com/articles/index. htm

344 د. محمد يحيى مرتضى: الاستنساخ من وجهة نظر قانونية، مجلة الحقوق، العدد الثالث، السنة ٢٨، ص٣٠٩ و٣١٠ .

345 التلقيح الصناعي أحكامه القانونية، وحدوده الشرعية، ص١٢١ .

346 الآمدي: الإحكام/١٥٣ .السيوطي: الأشباه والنظائر، ص١٢٥، الشوكاني: إرشاد الفحول ص ٤١١، ابن بدران: المدخل، ص ١٥٠ .

347 العز بن عبد السلام: قواعد الأحكام في مصالح الأنام ص٣١. وانظر ابن القيم ١٣٥/٣، وانظر الموافقات ١٢/٢ .

348 قواعد الأحكام في مصالح الأنام، ص٤٣ .

349 يشار إلى أنه لا توجد تطبيقات مباحة بإطلاق في أعمال البحث العلمي على الجينات البشرية، لكن معظمها مقيدة بشروط، كما سيرد في آخر الفقرة من ذكر للقيود العامة لها .

350 وقد يسأل كيف يكون البحث العلمي فرضا، ونحكم بجوازه أو بإباحته هنا، وجوابه أن علماء الأصول قرروا أن الأمر قد يكون واجبا بالكل لكنه مباح بالجزء، فإن حاجة المجتمع إلى مهنة من المهن كالخياطين مثلا حاجة تمثل واجبا كفائيا، فهو واجب بالكل إلى أن عمل كل خياط على حدة يعد مباحا فهو مباح بالجزء جاء في الموافقات: «فيقال إن الإباحة بحسب الكلية والجزئية يتجاذبها الأحكام البواقي، فالمباح يكون مباحا بالجزء مطلوبا بالكل على جهة الندب أو الوجوب......»الموافقات ١٣٠/١ .

351 ابن حجر ١٩٣/٣، وانظر الموافقات ٢٢٦/٢ .

352 قواعد الأحكام في مصالح الأنام، ص٣١ .

353 د. محمد مرسي زهرة: التلقيح الصناعي... أحكامه القانونية وحدوده الشرعية، ص ١٢٩

354 المرجع السابق، هامش ص١٢٩ .

355 المرجع السابق، ص١٣٠ .

356 محمد الخيال: الاعتبارات الأخلاقية في البحوث الطبية على الحيوانات ص١٧٥ محمود فتح الله: أخلاقيات البحوث الطبية، أعمال المؤتمر، ص١٧١، عن أعمال المؤتمر الدولي الأول لضوابط وأخلاقيات التكاثر البشري - المركز الدولي الإسلامي للدراسات والبحوث السكانية .

357 التلقيح الصناعي... أحكامه وحدوده. هامش ص ١٣٢ .

358 انظر ملحق مشروع إعلان اليونسكو لحماية الجين الإنساني: واجبات وحقوق الباحثين عن الحماية القانونية للجين البشري، ص٢٣٩ .

انظر دليل الضوابط والأخلاقيات في بحوث التكاثر البشري في العالم الإسلامي الصادر عن المؤتمر الدولي الأول لضوابط وأخلاقيات التكاثر البشري، ص ٨٤، وانظر محمود فتح الله: أخلاقيات البحوث الطبية أعمال المؤتمر، ص١٦٥، ١٦٩ . وانظر الحماية القانونية للجين البشري ص٢٢٥ .

359 د . أحمد شرف الدين: حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤١٤/١، د.هدى حامد قشقوش: مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي، ص٩١، ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، وانظر دليل الضوابط والأخلاقيات في بحوث التكاثر البشري، ص٨٣ .

360 القرافي: الفروق، الفرق الثاني والثلاثون بين قاعدة الإذن العام من قبل صاحب الشرع في التصرفات، وبين إذن المالك الآدمي في التصرفات أن الأول لا يسقط الضمان والثاني يسقطه.

361 نص القانون على أنه «يكون الطبيب مسؤولا فنيا في حالة إجرائه على المريض أبحاثا أو تجارب غير معتمدة، وترتب على ذلك الإضرار به»، مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي ٧٥/١ و ٧٦ .

362 راجع التلقيح الصناعي أحكامه وحدوده. هامش ص١١٨ - ١٣٦ . الحماية القانونية للجين البشري، ص٢٤٥ وما بعدها، وراجع ضمن مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون حماية حقوق الإنسان المرتبطة بمعطيات الوراثة وعناصر الإنجاب ٤٢٤/١ - ٤٢٧، مشروع الجينوم البشري والقواعد العامة للقانون الجنائي ٧٥/١ و ٧٦ .

363 راجع في هذه الرسالة مبحث مشروعية التدخل التحسيني في الخلايا التناسلية، ومبحث مشروعية استنساخ الأنسجة والأعضاء كلاهما من وجهة نظر قانونية .

364 التلقيح الصناعي... أحكامه القانونية وحدوده الشرعية، هامش ص١٣٩ .

365 مستقبلنا الوراثي ص ٢١١ - ٢١٧ .

366 حيث نصت الاتفاقية الأوروبية للاختراعات على أن: «العمليات التي تكون في جوهرها بيولوجية لا يمكن تسجيل براءة اختراع لها»، لكنها في عام ١٩٩١ وسعت من معاييره على ألا يضر بالأخلاقيات العامة والصالح العام، وأن تدرس كل حالة على حدة، فبناء عليه نلاحظ اضطرابا في نصوص الاتفاقية كما أوضحت ذلك الانتقادات التي وجهت لمسودة توجيه المجموعة الأوروبية بشأن تسجيل البراءات مستقبلنا الوراثي: ٢١٤، ٢١٦، ٢١٧.

367 حيث قررت أنه بمقتضى قوانين الولايات المتحدة يمكن تسجيل براءة اختراع للكائنات المحورة وراثيا، انظر مستقبلنا الوراثي، ص٢١٣ . بينما نقلت مراجع أخرى أن المجلس القومي الأمريكي للأبحاث يعارض ذلك، انظر الحماية القانونية، ص١٩٠ .

368 الحماية القانونية للجين البشري، ص١٨٦، ١٩٠، ١٩١.

369 المرجع السابق، ص ٨٩ .

370 مستقبلنا الوراثي، ص ٢٢٠.

370 الحماية القانونية للجين البشري، ص٩١ .

372 مستقبلنا الوراثي، ص ٢٢١ .

373 عائشة المرزوقي: أبحاث علم الجينات خلايا المنشأ، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، ٩٨١/٣ .

374 د . فتحي الدريني: الفقه الإسلامي المقارن: بحث حق الابتكار: منشورات جامعة دمشق، الطبعة الخامسة ١٩٩٦ - ١٩٩٧م، ص٢٨٢ و ٢٨٣ .

375 د . البوطي: قضايا فقهية معاصرة: بحث حق الابتكار والإبداع، ص ٩٣.

376 قضايا فقهية معاصرة: بحث حق الابتكار والإبداع، ص ٨٤، وإلى المعنى نفسه أشار الدريني الفقه الإسلامي المقارن، ص٢٨٢.

377 د . فتحي الدريني: نظرية التعسف في استعمال الحق، ٨١ - ٨٥.

378 أخرجه مسلم: كتاب المساقاة، باب تحريم الاحتكار في الأقوات، رقم ١٦٠٥، وأخرجه أيضا الترمذي وأبو داود وابن ماجة وأحمد .

379 الدريني: الفقه الإسلامي المقارن: بحث نظرية الاحتكار في الفقه الإسلامي: ص١٢٠.

380 الشيرازي: المهذب ٢٩٢/١، شرح النووي على صحيح مسلم ٤٣/١١، ابن قدامة: المغني ١٥٤/٤، المرغيناني ٩٢/٤، شرح الزرقاني على الموطأ٣/ ٣٨٣ .

381 ويعرف الحق بأنه «اختصاص حاجز شرعا يسوغ لصاحبه التصرف به إلا لمانع» انظر مصطفى الزرقا: المدخل الفقهي العام ٢٤١/١، وعرفه السنهوري: «هو مصلحة ذات قيمة مالية يحميها القانون»، مصادر الحق في الفقه الإسلامي، المجمع العلمي العربي الإسلامي، منشورات محمد داية، بيروت، ٧/١ .

382 عائشة المرزوقي: أبحاث علم الجينات خلايا المنشأ، مؤتمر الهندسة الوراثية بين الشريعة والقانون، ٩٧٦/٣.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

اقتصاديات المجتمع الجينومي

د. مي صادق (*)

مقدمة

عرف العلم بارتباطه الكبير بالتطورات التكنولوجية المختلفة عبر التاريخ، كما أدت هذه التطورات التكنولوجية إلى تغييرات اجتماعية واقتصادية أدت إلى نشوء الثورة الصناعية التي ظهرت في أوروبا خلال نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر. وقد أحدثت هذه الثورة الصناعية تغييرات جذرية في عدة مجالات واسعة، من أهمها المجالات الصناعية والزراعية، والبحث والتطوير، والنظم الاجتماعية، مما أدى إلى نمو اقتصادي هائل شهده العالم، نتج عن ابتكار طرق صناعية أفضل وأكثر فاعلية أدت إلى زيادة في الاستثمار وارتفاع في قيمة العوائد.

وأفضل مثال لتبيان آثار التطورات التقنية المبتكرة على النمو الاقتصادي المعاصر والتطور الاجتماعي، قصة تطور الآلات الحاسبة العلمية منها والتجارية. فبعد انتشار هذه الآلات انخفض سعر الآلة الحاسبة المتوسطة من حوالي ٨٠ دولارا في العام ١٩٧٤ إلى ما يتراوح بين ٣٠ و٤٠ دولارا أمريكيا في أوائل الثمانينيات، في حين أن سعر الآلة الحاسبة التجارية المتوسطة قد انخفض من ١٧٥ إلى ٣٠ دولارا أمريكيا، فوصلت أسعار بعض أنواع الحاسبات التجارية حاليا إلى أقل من دولار أمريكي[1].

(*) أستاذة العلوم الحياتية - جامعة اليرموك - أربد - المملكة الأردنية الهاشمية.

وأما الحاسبات الإلكترونية، فقد كان انخفاض سعر كلفتها أكبر، حيث إن الوظيفة الإلكترونية التي كانت تبلغ كلفتها سنتين اثنين (٠,٢ من الدولار الأمريكي) في أوائل الثمانينيات، كانت كلفتها في العام ١٩٥٢ تبلغ ٢٠٠,٠٠٠ دولار أمريكي، أي أن كلفتها قد انخفضت إلى واحد بالمليون من القيمة الأصلية خلال أقل من ثلاثين عاما. أما من حيث تخزين المعلومات فقد أصبح من الممكن في ذلك الحين تخزين دائرة معارف كاملة على مساحة تساوي مساحة سطح بطاقة تثقيب خاصة بحاسب إلكتروني قديم.

وكنتيجة مباشرة للتزايد في التعقيد التقني وانخفاض الأسعار، تضاعفت مبيعات الحاسبات الإلكترونية الصغيرة، التي يمكن حملها في الولايات المتحدة الأمريكية بمعدل سبع مرات في الفترة ما بين العامين ١٩٨٠ و١٩٨٥، فيما زادت عائدات تلك الحاسبات في الفترة نفسها من أقل من بليون دولار إلى ٧ بلايين دولار تقريبا.

وكمؤشر آخر على ذلك، كان ثمن الحاسب الإلكتروني الكبير IBM ٣٦٠ طراز ٣٠، الذي طرح في الأسواق في أوائل الستينيات يبلغ ٢٨٠ ألف دولار أمريكي بالأسعار الراهنة. وكان هذا الحاسب الإلكتروني يتطلب غرفة مكيفة الهواء تبلغ مساحتها أربعة أمتار مربعة. وكان باستطاعته تأدية ٣٣ ألف عملية حسابية كاملة في الثانية الواحدة. في حين نجد أن الحاسب الإلكتروني الشخصي IBM بتجهيزاته الكاملة (الذي يوضع على المكتب) قد طرح في الأسواق، في منتصف الثمانينيات، بسعر يبلغ حوالي ٥ آلاف دولار، وكان يؤدي ٧٠٠ ألف عملية حسابية في الثانية الواحدة[١].

ثورة التقنيات الحيوية

هناك القليلون ممن يدركون أن تأثير العلوم الحياتية في الاقتصاد العالمي يفوق ٣٠٪. وأن تأثر الاقتصاد العالمي بالتقنيات الحيوية يتم من خلال تدخل هذه التقنيات في الخدمات الصحية، والغذائية، والزراعية، والحراج، والطاقة. وقد ارتبطت بداية ثورة التقنيات الحيوية التي نشهدها اليوم باستخدام تقنيات الأجسام المضادة الوحيدة النسيلة والمعروفة أيضا بالأجسام المضادة النقية(MAb)، التي كانت أساسا لإطلاق ثورة التقنيات الحيوية. فقد أطلق لقب «ثورة» على ما يتعلق بآثار التقنيات الحيوية لأول مرة للتعبير عن «ثورة التشخيص» التي نتجت عن استخدام هذه الأجسام المضادة وحيدة النسيلة لتشخيص الأمراض التناسلية البشرية، والالتهاب الكبدي وغيرها من الأمراض الفيروسية، وإنتاج عدد تشخيصية (Diagnostic kits) للاستعمال المنزلي تتعلق بالعناية بالذات[٢]. إلا أن هذا النوع من التقنيات الحيوية لم يحظ باهتمام كبير فيما بعد بالمقارنة مع تقنية تهجين المادة الوراثية د.ن.أ (DNA). ونتيجة لنجاح آليات التقنيات الحيوية المختلفة بتزويدنا بمنتجات مهمة وآليات فاعلة في مجالات عدة أدت

إلى تحسين حالة المعرفة وزيادة الكفاءة في الإنتاج فإن الكثيرين من الاقتصاديين والعلماء والمنظمات الدولية يعتبرونها أهم ثورة في تاريخ البشرية المعاصرة، وهم يتوقعون أنها ستضمن للبشرية أسس الكفاية للإمدادات الغذائية [٣].

ومن أهم ما يميز ثورة التقنيات الحيوية هو اعتمادها على العلوم والبحث والتطوير في مجالات العلوم الحياتية المختلفة، خصوصا تلك المرتبطة بمنظومة المعلومات الوراثية المعروفة بالجينوم (Genome)، الذي يتكون من مجموع وحدات المعلومات الوظيفية الوراثية المشفرة والمخزونة في المادة الوراثية د.ن.أ (DNA) المعروفة بالجينات. ويحدد الجينوم النمط الوراثي لدى الأفراد عند جميع الكائنات الحية، من بشر ونباتات وحيوانات وكائنات دقيقة. فالجينوم هو الذي يشكل جميع ميزات الفرد الشخصية ويحددها من حيث نموه وتطوره ومظهره الخارجي وتركيبته الوظيفية، كما يحدد الجينوم أيضا الأطر العامة لتصرفات الفرد وذكائه وما يمكن أن يتعرض له من أمراض في حياته[٤].

وقد ظهر علم الجينوميات المعروف بالجينومكس (Genomics)، وهو مجموعة العلوم الوراثية والتقنيات التي تبحث في الأسس العضوية لتنظيم الحياة انطلاقا من الجينات، حيث يتم من خلاله استنساخ جميع الجينات المكونة للجينوم ودراسة تركيبها وطرق عملها. كما ظهر أيضا علم البروتيومكس (Proteomics)، الذي يبحث في وظائف البروتينات الناتجة عن التعبير الجيني لمجموعة الجينات المكونة للجينوم، وطريقة تفاعل مجموعة البروتينات هذه بعضها مع بعض، ومع البيئة لإنتاج الصفات المرتبطة بها والتي تحدد النمط الظاهري (Phenotype) عند الأفراد. ويتقاطع علم الجينوميات مع جميع أشكال الأعمال من الرعاية الصحية والصناعات الدوائية، إلى المجالات الزراعية والتأمين ووضع القوانين ويتشابك معها[٥]، مما يجعل للأبحاث المرتبطة بالجينوميات وغيرها من التقنيات الحيوية وتطبيقاتها المختلفة قوة عظيمة باستطاعتها تغيير كل شيء، بدءا بحياتنا الشخصية والأنظمة الاجتماعية إلى الاقتصاد العالمي.

آليات التقنيات الحيوية

تعتمد ثورة التقنيات الحيوية على استخدام عوامل من مصادر حيوية قد تكون كائنا حيا أو خلية أو جزءا من مكونات الخلية، مثل البروتينات أو المادة الوراثية د.ن.أ بهدف تحويل منتج عادي إلى منتج آخر رأسمالي. وفيما يلي عرض موجز لبعض أهم وسائل التقنيات الحيوية الرئيسة.

أولا: الهندسة الوراثية

من أهم وسائل التقنيات الحيوية الجديدة المتعددة وأشكالها هي تقنية تهجين المادة الوراثية د.ن.أ. (DNA)، وتشكل هذه العملية أساس الهندسة الوراثية التي هي أبرز أداة من أدوات التقنيات الحيوية.

غالبا ما يختلط مفهوم الهندسة الوراثية (الهندسة البيولوجية) بالاستنساخ، والاستنساخ من النسخ، ويطلق على تكوين كائن حي كنسخة مطابقة تماما لكائن حي آخر من حيث الخصائص الوراثية والشكلية والوظيفية[٦]، أما عمليات الاستنساخ فتتضمن نوعين مختلفين من الآليات، هما استنساخ الجينات واستنساخ الأفراد. ففي الهندسة الوراثية لا يتم إنتاج فرد مشابه للفرد الأصيل، بل يتم نقل جينات بعض الصفات الوراثية المحببة من فرد إلى فرد آخر لا يحتوي هذه الصفات، فيكون لهذه الكائنات الهجينة مردود اقتصادي هائل. وتتلخص عملية استنساخ الجينات (عملية تهجين د.ن.أ.) في قطع الوحدات الوراثية المعروفة بالجينات، من جينوم كائن حي بواسطة إنزيمات خاصة تسمى الإنزيمات القاطعة المحددة Restriction endonucleases، ثم ربطها بواسطة الإنزيم الرابط DNA ligase بجزيئات مختلفة من DNA، تكون عبارة عن ناقلات خاصة من فيروسات أو بلازميدات ثم تحمل الجزيئات الجديدة من DNA الهجينة في خلايا لكائنات حية دقيقة بهدف إعطائها ميزات جديدة تجعلها قادرة على إنتاج مواد جديدة مختلفة عن المواد التي ينتجها الكائن الأصيل منها: البروتينات البشرية للاستعمالات الطبية مثل البكتيريا الصانعة للإنسولين البشري والبكتيريا الصانعة لهرمون النمو البشري[٤] أو لإنتاج بكتيريا هاضمة للخشب والبكتين لتحويلهما إلى سكر. كما يقوم علماء الوراثة المختصون بهندسة البروتينات بتحويل بروتينات طبيعية لتصبح أكثر فاعلية، كما يمكنهم تصميم وتخليق بروتينات جديدة ليس لها في الوجود نظير [٦].

وفي حالة النباتات والحيوانات، فإن عمليتا الاستنساخ والتدخل في الجينات (تهجين الـ د.ن.أ) تتيحان تعديل الكائنات الحية المختلفة حسب مواصفات معينة وإنتاجها بأعداد كبيرة. فقد أصبح بالإمكان تعديل أي فرد بإضافة جينات جديدة له غير جيناته الأصلية، حيث يتم تكثير المادة الوراثية DNA الهجينة في خلايا لكائنات حية دقيقة، ومن ثم استخدامها في تعديل كائنات حية عن طريق إدخالها في جينوم كائن حي آخر قد يكون من نفس نوع الكائن الأصيل أو من نوع آخر لإنتاج كائنات أو خلايا مهجنة تحمل جينات جديدة تعطي للكائن الهجين الجديد صفات جديدة مفيدة لخدمة الإنسان، وبذلك تكون له أفضلية على الكائن الأصيل لكونه يفي بمتطلبات الكفاءة الاقتصادية والإنتاجية بشكل أفضل. وتسمى هذه النباتات أو الحيوانات بالكائنات الهجينة أو العبر - جينية (Transgenic) [٢و٦] وبهذه الطريقة تمكن العلماء من تخليق فأر عبر - جيني (هجين) يحمل جينات بشرية تجعله عرضة للإصابة بأمراض السرطان المختلفة، وأطلق عليه حينذاك لقب فأر السرطان، وقد تم إصدار شهادة حقوق براءة له في العام ١٩٨٨، من قبل مكتب تسجيل براءات الاختراعات في الولايات المتحدة الأمريكية لمصلحة جامعة هارفارد. وقد تمكن الباحثون من تخليق فئران تحمل جينا خاصا بإنتاج بروتين بيتا - أميلويد المسبب لمرض الزهايمر. وقد سجلت حقوق براءة هذا الفأر

لمصلحة شركة أثينا للعلوم العصبية في سان فرانسيسكو بالمشاركة مع شركة إيلاي ليلي للعقاقير العالمية. ويتيح هذان الفأران مجالات واسعة لفهم أشكال مرض السرطان ومرض الزهايمر على التوالي، إذ من الممكن أن يتطور عنهما إيجاد علاجات فاعلة ضد تلك الأمراض. ويقول المحللون إن علاجا فعالا لمرض الزهايمر يوفر سنويا ما مقداره بليون دولار أمريكي[٢].

وقد ازدادت أعداد الجينات المرتبطة بأمراض وراثية بشرية التي تم وضعها في فئران هجينة بهدف فهم آلية عملها وإيجاد العلاجات الناجحة للأمراض المرتبطة بها، ومن هذه الأمراض مرض التهاب المفاصل والسكري والسمنة وغيرها.

استنساخ الأفراد - نبذة مختصرة

أما عمليات استنساخ الأفراد فتتضمن آليات مختلفة أهمها، من الناحية الاقتصادية، الاستنساخ عن طريق تجزئة الأجنة Embryo Splitting للحيوانات، ويعتبر فصل الخلايا المكونة للمراحل الأولى للجنين قبل بدء تمايزها هو أنجح طريقة لإنتاج مستنسخات للحيوانات الثديية، إذ ينتج سنويا آلاف من الأجنة البقرية والماشية في كل عام بهذه الطريقة. أما الطريقة الثانية فتتم بواسطة نقل النواة المحتوية على المادة الوراثية DNA من الخلايا الجسدية Somatic Cell Nuclear Transfer (SCNT) للفرد المراد استنساخه إلى خلية جاميتية (مثل البويضة) أو جسمية استأصلت منها نواتها، ثم تشجيع الخلية الناتجة على الانقسام بطرق مختلفة لتكوين الجنين الذي ينقل بعد ذلك إلى رحم أم حاضنة، كما حصل في استنساخ النعجة دوللي Dolly في العام ١٩٩٧ في معهد روزالين في اسكتلندا[٧]. وقد تبع استنساخ دوللي تجارب لاستنساخ الأغنام والفئران والخنازير والأبقار والماعز وما زالت الدراسات قائمة لاستنساخ القرود والكلاب وغيرها بما في ذلك الإنسان بالطريقة نفسها[٢]. ومن أهداف الاستنساخ التكاثري في الحيوانات: إنتاج وتكثير حيوانات ذات صفات محببة للإنسان مثل الخلو من الأمراض أو السرعة في النمو أو لإنتاج حيوانات هجينة تحمل جينات بشرية بغرض إنتاج بروتينات بشرية مهمة كمواد طبية، مثل إفراز عامل تجلط الدم البشري في حليب الشياه؛ وإنتاج حيوانات هجينة تحمل جينات مسببة لأمراض بشرية بغرض دراسة هذه الجينات وفهم عملها وكيفية السيطرة عليها، أو معالجة الأمراض الناتجة عنها[٦و٩].

وأما الأنواع الأخرى للاستنساخ فليس من مجال للبحث فيها هنا تفصيلا لعدم انتشارها بشكل تجاري في السوق الاقتصادي وارتباطها المباشر بالاستنساخ البشري وما يرتبط بها من مشاكل أخلاقية وعواقب اجتماعية وخيمة قد تنجم في حال تطبيق هذه التقنيات على الإنسان.

وتتلخص وسائل البحث المتعلقة بالتقنيات الحيوية في مجال علم الوراثة في طريقتين: **الأولى** منها تستخدم علم الوراثة لإنتاج كائنات حية معدلة وراثيا لاستخدامها بشكل تقني لإنتاج وتصنيع كميات كبيرة من البروتينات أو العقاقير المختلفة بطريقة مماثلة لطريقة بوير وكوين في تصنيع الأنسولين البشري بواسطة البكتيريا المعدلة وراثيا؛ و**الطريقة الثانية** في استخدام وسائل التقنيات الحيوية في علم الوراثة، وبالتحديد علم الجينوميات كأداة بحث لاكتشاف وتصنيع مواد جديدة مميزة تشمل أدوية وعقاقير تستخدم في المجالات الطبية والزراعية المختلفة. وقد ساعد علم الجينوميات بتوضيح الأسس البيولوجية للصحة والمرض بطرق سريعة وفاعلة لم تكن ممكنة من قبل، لأن أسلوب تحليله لمسببات الأمراض المختلفة يعطي فرصا للمراقبة والمتابعة والاكتشاف المبكر لأخطارها على الصحة العامة، كما ساهم في تطوير علاجات فعالة وبسرعة فائقة وغير مسبوقة مما أدى إلى تقوية الشركات الدوائية الكبرى وتعزيز هيمنتها عن طريق زيادة قدرتها على التنافس وتمكينها في مجالات البحث والتطوير(١٠).

ويعتبر اكتشاف المضاد الحيوي Zyvox الذي وصل إلى الأسواق في العام ٢٠٠٠، بعد انقطاع في الاكتشافات للمضادات الحيوية المماثلة بالطرق التقليدية لمدة خمسة وثلاثين عاما(٩)، مثالا على فاعلية التقنيات الحيوية في تصميم وإنتاج أدوية جديدة بسرعة أكبر من سرعة الصناعات الدوائية التقليدية. كما أن للتقنيات الحيوية دورا رئيسا في إنتاج محاصيل جديدة معدلة وراثيا أكثر ملاءمة للظروف البيئية الصعبة. ومن الأمثلة على ذلك: إنتاج نبات قطن معدل وراثيا له القدرة على مقاومة الآفات الزراعية بواسطة عزل جين لمقاومة الآفات الزراعية وإضافته لنبات قطن عادي؛ وكذلك إنتاج أنواع من البندورة مقاومة للتجمد في فصل الشتاء بواسطة عزل جين لمقاومة درجات حرارة التجمد من الأسماك ووضعه في نبات البندورة؛ وإنتاج بعض المواد الصناعية الأكثر فاعلية مثل إنزيم الليبيز الذي هو جزء مهم من مكونات مساحيق الغسيل الحديثة فيستخدم فيها كمذيب للدهون والبقع؛ ومواد مبلمرة صديقة للبيئة (آمنة بيئيا) مثل Biodegradable Plastics and Rubbers التي هي مواد بلاستيكية ومطاطية تتلف بسرعة لاستخدامها في تصنيع أكياس النايلون(٦).

وعلى الرغم من تشابه الأسس العلمية للتقنيات الحيوية، فإن تطبيقاتها متنوعة وتشمل آليات مختلفة، فمنها ما هو مفيد جدا كالفحوصات الطبية البشرية؛ وتصنيع الأدوية والعقاقير التي تشمل تقنيات الأتمتة، ورقائق د.ن.أ (DNA Microchips)، وجميع التطبيقات المختلفة المنبثقة عن هذه الآليات. وعلى الرغم من أن تطبيقات التقنيات الحيوية تشكل حلولا فاعلة في مختلف المجالات المتعلقة بالنماء المستديم، فإن بعض استخداماتها تكون غير مبررة أحيانا ولا مشروعة لأنها تؤدي إلى تغيير في أشكال الحياة على الأرض وفي التوازن والتنوع

الحيويين، وذلك بتغيير طبيعة الكائنات الحية، بما في ذلك الطبيعة البشرية، من خلال التقنيات المستخدمة في وسائل الطب التناسلي التي تشمل أطفال الأنابيب، واستئجار أرحام الأمهات البديلات، والاستنساخ البشري بنوعيه العلاجي والتكاثري (٣ و١١).

العصر الجينومي والتقنيات الحيوية - لمحة تاريخية

استخدم الإنسان، منذ القدم، الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا والخمائر قبل علمه بهذه الكائنات أو إحساسه بوجودها، حينما كان يعد سلعا غذائية أو تجارية ذات قيم اقتصادية كالجبن واللبن وبعض أنواع المشروبات، غير أن زيادة قدرة الإنسان على الاستفادة من العلوم الحياتية الجزيئية، في أوائل السبعينيات، أدت إلى تحسين استخدامه لهذه الكائنات لمصلحته، مما أدى إلى ظهور ثورة التقنيات الحيوية[١٢].

لقد شكل إنتاج أول كائن حي معدل وراثيا في العام ١٩٧٣ من قبل الأكاديميين هيربرت بوير Herbert Boyer، من جامعة كاليفورنيا، وستانلي كوين Stanely Cohen من جامعة ستانفورد، حجر الزاوية في نشوء ثورة التقنيات الحيوية الحديثة. وقد كان ذلك المنتج كائنا حيا دقيقا هو بكتيريا تحمل جين الإنسولين البشري في جينومها مما جعل لديها القدرة على تصنيع الإنسولين البشري. فكانت هذه الخطوة الأولى في استخدام العلوم الحياتية في عالم الأعمال لإنتاج تقنيات حيوية تستخدم تجاريا في الصناعة[٨]. كما شكلت موافقة المحكمة العليا في الولايات المتحدة الأمريكية، في العام ١٩٨٠، على تسجيل أول براءة اختراع لكائن حي دقيق (بكتيريا معدلة وراثيا لديها القدرة على تحطيم البترول الخام) بداية لحث الباحثين والأكاديميين في الجامعات وتشجيعهم لتسجيل براءات اختراعات لاكتشافاتهم الجديدة حتى يتمكنوا من الاستفادة ماديا من الابتكارات المختلفة الناتجة عن استخدامات اكتشافاتهم في عالم الأعمال[١٣].

وفي وقت لاحق، أسس بوير، في العام ١٩٨٢، وبالتعاون مع الرأسمالي روبرت سوانسون Robert Swanson، شركة جنيتيك Genitich لتصنيع الإنسولين البشري بشكل تجاري[١٤]، مما أدى إلى ثورة في البحث العلمي المرتبط بإنتاج تقنيات حيوية لاستخدامها تجاريا في الصناعة [١٥].

وقد لفت هذا الحدث اهتمام المستثمرين مما سبب تصاعدا في أسعار أسهم شركة جنيتيك بطريقة غير مسبوقة في تاريخ سوق نيويورك المالي، وبذلك أدى انتشار التقنيات الحيوية في المجالات الصناعية والتجارية المختلفة إلى ظهور اقتصاد معرفي جديد مؤسس على العلوم الحياتية، أطلق عليه اسم الاقتصاد الحيوي (Biobased Economy)، وهذا الاقتصاد أقل تأثرا بتوزيع الموارد وبالأحداث العالمية من غيره، وسيزداد هذا التأثير كلما ابتكرت طرق جديدة في مجالات التقنيات الحيوية لإنتاج سلع وخدمات جديدة[١٣].

أصبحت التقنيات الحيوية جزءا لا يتجزأ من عالم الأعمال المحمية بقوانين الملكية الفكرية وقوانين التسوق التجاري. وتضم مجموعة النشاطات والأعمال المتعلقة بالتقنيات الحيوية في العالم اليوم مائة وتسعة وثلاثين مجالا مختلفا، موزعة على أكثر من سبعة آلاف شركة للتقنيات الحيوية، يتبع ٩٣٪ منها للقطاع الخاص. وجدير ذكره هنا أن العدد الإجمالي الحالي للعاملين في قطاعات التقنيات الحيوية المختلفة حول العالم يبلغ حوالي ٣٠٠ ألف شخص، في حين تشكل الصناعات العالمية المتعلقة بالتقنيات الحيوية رأسمالا مقداره ٣٥٣ بليون دولار، بلغ فيه الدعم من المصادر الحكومية أكثر من ١٢٢ بليون دولار أمريكي [١٦].

العصر الجينومي - اقتصاد حيوي وإنماء مستديم

نجح العلم في دراسة التسلسل الجيني بسرعة فائقة بفضل قوة الحواسيب التي تتضاعف كل عام ونصف العام تقريبا [١٧]، ونتيجة للتسارع في تطور التقنيات الحيوية المستخدمة في قراءة الجينوم، وتبادل المعلومات عبر الإنترنت فور التوصل إليها، فقد كان تسارع وتيرة التقدم في قراءة الجينوم كبيرا جدا أدى إلى اكتمال قراءة المعالم الأساسية للجينوم البشري خلال فترة زمنية أقل من الفترة التي خطط لها بعامين[١٨].

ونتيجة لاكتمال قراءة الجينوم البشري في العام ٢٠٠٣، وما تبعه من اكتمال لقراءة جينومات أخرى خاصة ببعض الكائنات الحية ذات الأهمية العلمية للإنسان، وبارتباط التقنيات الحيوية مع التقنيات المعلوماتية الحاسوبية ارتباطا وثيقا نتجت وحدة علمية وتقنية مميزة أخضعت لعالم الأعمال، حيث أتيح فيها استخدام الجينومات كمواد خام جديدة متاحة للبحث والكشف عن مواردها الجينية المختلفة والتدخل فيها، واستغلالها أو تشغيلها بوسائل التقنيات الحيوية المختلفة للوصول إلى أهداف اقتصادية مميزة. وقد أدت هذه التطورات إلى ظهور اقتصاد معرفي حيوي يعتمد على معرفة الأسس الجزيئية للحياة وفهمها [٣]. وقد أطلق المحللون الاقتصاديون على هذا النوع من الاقتصاد الجديد، المبني على معرفة التفاصيل الجزيئية للمنظومة الجينية للبشر، والمنظومات الجينومية للكائنات الحية الأخرى لقب «الاقتصاد الحيوي أو الاقتصاد الأحيائي Biobased economy»، في حين دعيت هذه الحقبة من التاريخ البشري بالعصر الجينومي[١٩].

وقد انعكست آثار التطورات العلمية والتقنية على ظهور منتجات جديدة ومميزة في السوق، مثل الإنسولين البشري المستخدم في علاج مرضى السكري، وهرمون النمو الذي يستخدم في علاج التقزم عند الأطفال ومنع حدوثه. كما انعكست هذه الآثار على انخفاض تكاليف المنتجات الناجمة عن التقنيات الحيوية من سلع وخدمات مقارنة بمثيلاتها التي كان يتم

إنتاجها بالطرق الأخرى[٢٠]. ونتيجة لزيادة المعرفة والابتكارات التقنية الجديدة المستمرة في المجالات المختلفة للتقنيات الحيوية فمن المتوقع حصول انخفاض في تكاليف الإنتاج بصورة مستمرة، وبالتالي يؤدى هذا إلى انخفاض في متوسط سعر الوحدة من المنتجات الجديدة نتيجة للتعديلات المتقدمة في عملية الإنتاج. ومما قد يساعد في ذلك انخفاض أسعار العناصر الأساسية للمنتجات نتيجة التغيير والتطوير في عملية الإنتاج ووفرة كمياته، من جهة، والمنافسة في السوق مع زيادة عدد المنتجين من جهة ثانية، كما هي الحال في تطور التقنيات الأخرى[١].

وتكمن الأهمية الأساسية لدور التقنيات الحيوية الحديثة في دعم تطبيقاتها العملية لأسس الإنماء المستديم في المجتمعات المختلفة من خلال تأثيرها في مختلف المجالات: الصحية، وتشمل الفحوصات الطبية السريعة، والكشف المبكر عن الأمراض وتفادي الإصابة بها؛ ومجالات الصناعات الدوائية لاكتشاف العقاقير والأدوية الاقتصادية الفاعلة أو تصميمها ومن ثم تصنيعها، وذلك لمعالجة الأمراض المستعصية، وتخفيف الآلام الناجمة عن الأمراض المزمنة كأمراض السرطان، والإيدز، والتهاب الكبد الوبائي وغيرها؛ وكذلك من خلال استخدام الحيوانات والنباتات الهجينة في إنتاج مواد أو إنزيمات جديدة لم تكن معروفة سابقا، وإمكان استخدام المنتجات والمخلفات البيولوجية الخام الناجمة عن الزراعة والمحاصيل الحرجية كمصادر للطاقة المتجددة في صناعات بديلة أكثر مواءمة للبيئة في المستقبل[٢١].

والجدير ذكره أن آليات التقنيات الحيوية المختلفة تتمايز عن بعضها البعض في أشكالها وتطبيقاتها وأهميتها ونتائجها، مما يجعلها متباينة في تقبل مختلف المجتمعات البشرية لها. فهناك قيود اجتماعية واقتصادية وثقافية تحد من قدرة المستهلكين على استيعابها وتخديمها لأغراض التنمية في جميع البلدان عامة، وبشكل خاص في البلدان النامية التي تسعى إلى تحقيق أكبر قدر من الاستفادة من التطوير العلمي والتكنولوجي لتحقيق التطور التنموي اللازم لاقتصاداتها، ولتقليل الفوارق الضخمة بين شعوبها وشعوب الدول المتقدمة في العالم[٢٢].

أما البحوث العلمية المرتبطة في مجالات التقنيات الحيوية فلها تأثير واضح في الاقتصاد الوطني في مختلف البلدان التي تجرى فيها. فالباحثون يشترون مواد مختلفة ويبيعون إنتاجاتهم في الأسواق، ويعتمد ما يبيعونه وما يشترونه على ما يكتشفونه من ابتكارات تقنية. وقد شهدت مراكز البحث والتطوير المختصة بالتقنيات الحيوية تغييرات كبيرة في طبيعة الأجهزة العلمية الخاصة بالأبحاث البيولوجية، خصوصا الوراثية منها، فأصبحت هذه الأجهزة أكثر تنوعا وتعقيدا، حيث تعتمد بدرجة أكبر على التقنيات المعلوماتية والهندسية المختلفة، وهذا أدى إلى توسع في السوق التجاري للابتكارات في الصناعات الهندسية والحاسوبية والمعمارية، التي واكبت وما زالت تواكب التطورات السريعة في مجال التقنيات الحيوية لتأمين

أجهزة ومختبرات ووسائل مخبرية جديدة، ضرورية لاستمرارية التطور في مجالات التقنيات الحيوية الحديثة[٢٣].

ولأن ثورة التقنيات الحيوية قد شكلت أحد أهم طرق الثورة الإنتاجية في العالم، فلا بد للبلدان النامية، التي ترغب في استخدام تلك التقنيات كأداة للتنمية، من تخصيص الموارد وتعبئتها من أجل تطور العلم والتكنولوجيا على وجه التحديد، حتى تتمكن التقنيات الحيوية من المساهمة في تحقيق الأهداف الاجتماعية والاقتصادية للتنمية، التي تشتمل على نمو الدخل الفردي، والتوزيع العادل للفوائد الناتجة عن هذه التقنيات.

ومع أهمية هذا الدور في تحقيق العدالة المجتمعية، فإن عملية تعبئة الموارد البشرية والمالية تخضع لواقع أليم يكمن في عدم كفاية الموارد المالية المخصصة لمثل هذا التطور العلمي في معظم البلدان، بصورة عامة، وفي البلدان النامية، بصورة خاصة. ومن جهة ثانية، لو توافرت الموارد البشرية في مجال التقنيات، بصورة فعلية، فإن القضية تتعلق هنا بمدى إمكان توفير الفرص لتحقيق القدرة على استغلال تلك الموارد بالمفهوم الاقتصادي، بما يحقق الغرض القومي. وهنا تظهر الفجوة أو الفرق بين تعبئة الموارد الموجودة، وتنمية الموارد أو إيجادها، إضافة إلى ظهور الفرق بين الإمكانات المتوافرة والإمكانات المستغلة، أما في حال اتساع هذه الفروق، فإن جذور المشكلة في البلدان النامية ستتعمق ويصبح من الصعب تحقيق التقارب بين التقنيات المتطورة الموجودة في البلدان الصناعية المتقدمة والتقنيات التقليدية الأقل تطورا الموجودة في البلدان النامية. وهذا يتطلب دراسة الاحتياجات المشتركة لكل من الموارد المالية والبشرية بشكل متكامل في مرحلة التخطيط لسياسات الموارد، ولا بد من توفير الوعي الشامل للمستوى السياسي للأهمية الإستراتيجية للتقنيات الحيوية في عملية التنمية، وتحويل هذا الوعي إلى إرادة سياسية وإدارية مستمرة في ظل متغيرات السياسات المحلية والتقلبات في الظروف الدولية. فالاستخدام الأمثل للإدارة السياسية بفاعلية وكفاءة في تنفيذ برامج التقنيات الحيوية هو من أهم الضروريات لتكامل السياسات التكنولوجية مع السياسات الاجتماعية والاقتصادية الأخرى[١]. وفي هذا السياق يجدر بنا التنويه بما ذكره الدكتور موسى الخلف في كتابه «العصر الجينومي : إستراتيجيات المستقبل البشري»، حول ما ذكره الدكتور العالم أحمد زويل الحائز جائزة نوبل في الكيمياء : «وهذا ما سمعته من العالم أحمد زويل الحائز على جائزة نوبل في الكيمياء، خلال الزيارة التي قام بها إلى جامعة الكويت في العام ٢٠٠٠، أي قبل أشهر قليلة من إعلان قراءة الشفرة الوراثية، وعلى الرغم من أن كلام العالم زويل في ذلك اليوم على مدرج جامعة الكويت، كان يدور حول فكرة واحدة وهي محاولته التركيز على أن الحكومات العربية يجب أن تضع خططا جديدة لسياسات البحث العلمي تعتمد على نقطتين، هما: توفير الفرص الملائمة على المستويين البشري والمادي للبحث العلمي،

وقد ألح على أن الفرصة ستفوت مرة أخرى على العرب إن لم يتغيروا، حيث إن البحث العلمي سيغير من حياة البشرية، خاصة فيما يتعلق بالتطور الهائل في مجال التقنيات الحيوية وتطبيقاتها المتوقعة في الطب»(٢٤).

وعلى الرغم من أن المنتجات المستمدة من التقنيات الحيوية لا تشكل حتى الآن إلا جزءا صغيرا من الأسواق العالمية للمواد المختلفة، فإن تأثيرها ظاهر في دفع معدلات النمو في جميع المجالات المختلفة المرتبطة بالإنماء المستديم وبسرعة تفوق سرعة أي تطور تقني آخر. وستقتصر هذه الدراسة على الجوانب الاقتصادية لتطبيقات التقنيات الحيوية في المجالات الصحية والصناعات الدوائية، والمحاصيل الزراعية، حيث تم تطوير التقنيات الحيوية في هذه المجالات بشكل كبير أتاح استخدامها في إنتاج سلع تجارية محمية بقوانين الملكية الفكرية والتسوق، مما جعل لهذه التقنيات تأثيرا إيجابيا في دفع مجالات الإنماء المستديم للمجتمعات(٢٢).

إعادة تشكيل القطاعات الاقتصادية وظهور نظام جديد للتجارة العالمية

يتسم العصر الجينومي بالاقتصاد الأحيائي المؤسس على علوم الحياة والتقنيات الحيوية المنبثقة عنها. وأهم ما يميز هذا الاقتصاد، إضافة إلى الجوانب العلمية التي تم ذكرها سابقا، ارتكازه على العولمة والتسويق العالمي، والتكتلات الاقتصادية العملاقة، مما أدى إلى ظهور أوضاع تنافسية غير مسبوقة، جعلت السوق يلتزم بمواصفات عالمية للجودة، وإلى ظهور ثورة في طبيعة تشكيل شركات القطاع الصناعي وسيادتها في العالم. وترتبط أسس تطور هذا الواقع الاقتصادي الجديد بالتطورات العلمية في مجالات العلوم الحياتية جنبا إلى جنب مع السماح للأكاديميين والباحثين العاملين في الجامعات ومراكز الأبحاث في الولايات المتحدة الأمريكية بتسجيل براءات اختراعاتهم الجديدة، واستخدام تطبيقات عملية تعتمد عليها في الصناعات التي تشكل جزءا من عالم الأعمال(١٦).

بدأت ثورة التغيير هذه في التسعينيات من القرن الماضي، وذلك بدخول عدة شركات تقنية صغيرة ذات رؤوس أموال مغامرة في المجال الصناعي في الولايات المتحدة الأمريكية. وقد عرفت شركات التقنية الصغيرة هذه بالشركات التقنية البادئة أي Start ups(٢٥). وأهم ما تميزت به هذه الشركات التقنية البادئة هو إبداعها في مجالات البحث العلمي والتطوير، حيث كان معظم مؤسسي هذه الشركات من الأكاديميين وأساتذة الجامعات القائمين على رأس عملهم الأكاديمي في جامعات الولايات المتحدة الأمريكية، وقد أدى ذلك إلى ظهور تعاون مشترك بين هذه الشركات التقنية الجديدة والشركات الصناعية الكبرى في مجالات الصناعات الدوائية والكيميائية، وشركات إنتاج الحبوب الزراعية، فأفرز هذا التعاون صفقات

شراء بعض الشركات الصناعية والزراعية الكبرى لشركات التقنيات الحيوية الصغيرة المبدعة، أو اندماج شركات التقنيات الحيوية مع بعض الشركات الصناعية والزراعية الكبرى بهدف جمع الخبرات الصناعية والتجارية والتسويقية ورؤوس الأموال المتوافرة في الشركات الكبرى، مع الخبرات المعرفية والإبداعات المتوافرة في شركات التقنيات الحيوية الصغيرة في شركة واحدة عملاقة تملك جميع المقومات الضرورية للنجاح والكفاءة.

وقد نتج عن هذا التعاون أو الاندماج بين شركات التقنيات الحيوية الصغيرة مع الشركات الصناعية الكبرى توفير تكاليف إنشاء مراكز للبحث والتطوير خاصة بالشركات الكبرى، علاوة على مساعدة تلك الشركات الكبرى على تفادي المخاطر المالية التي قد تنتج عن تفردها بإنشاء تجمعات لمراكز متخصصة في البحث والتطوير والتصنيع والتسويق والدعاية في آن واحد. وقد نتج عن هذا الاندماج أيضا ظهور شركات صناعية متخصصة عملاقة ذات ميزانيات بحثية غير مسبوقة تعنى باكتشاف منتجات حيوية جديدة وتطويرها وتصنيعها[١٣]. وفي العام ٢٠٠٣ بدأت بعض شركات التقنيات الحيوية المتعلقة بالصناعات الدوائية إبرام اتفاقيات تسويقية مع شركات مبيعات تعاقدية، على أن تتحمل الشركات التعاقدية جزءا من المخاطرة مقابل حصولها على حصة من الأرباح، في حين تحتفظ شركة التقنيات الحيوية بسيطرتها على المنتج كليا دون مشاركة الشركات العملاقة لها في ذلك.

أما ظروف تطور التقنيات الحيوية في أوروبا فكانت مختلفة عنها في الولايات المتحدة الأمريكية بسبب عدم سماح الأنظمة الأوروبية للأكاديميين ولأساتذة الجامعات بممارسة التجارة في أثناء القيام بأعمالهم الأكاديمية، مما أدى إلى حصر الأبحاث المتعلقة بمجالات التقنيات الحيوية في الدول الأوروبية بالأبحاث المدعومة غالبا من الشركات الكيماوية الخاصة، ومصانع الأدوية الضخمة، إضافة إلى الأبحاث المدعومة من الحكومات في تلك الدول، وقد نتج عن ذلك سيادة شركات التقنيات الحيوية الأمريكية في هذا المجال، إذ نجد حاليا أن ما يقارب ٧٠٪ من مجموع الشركات العالمية في مجال الصناعات المتعلقة بالتقنيات الحيوية هي شركات أمريكية، كما نجد أن أكبر منتج ومصدر للمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم هو الولايات المتحدة الأمريكية[٢٦].

ميزات القطاعات الاقتصادية الأحيائية

تعتبر الصناعات المرتبطة بالتقنيات الحيوية من أكثر الصناعات اعتمادا على البحث والتطوير؛ لكونها مرتبطة بعلم الجينوميات الذي يتطلب، بالدرجة الأولى، علما وأدمغة قبل رؤوس الأموال. لذلك نرى أن المعرفة الفردية تشكل المنتج الرئيس للثروة بالنسبة إلى هذا الاقتصاد المعرفي المبني على الحياة. وهذا يشكل السبب الرئيس لظهور تفاوت أحجام شركات التقنيات الحيوية بين

شركات صغيرة جدا ومحدودة، إلى شركات كبيرة عملاقة متعددة الجنسية. وتحاول شركات التقنيات الحيوية العملاقة استكشاف الإمكانات الهائلة الكامنة في استخدامات التقنيات الحيوية الجديدة، من خلال تخصيص مبالغ طائلة للأبحاث والتطوير وشراء التراخيص للإبداعات الجديدة.

يتألف القطاع الاقتصادي العالمي للتقنيات الحيوية في الوقت الحالي من ثلاث مجموعات هي: **الجامعات**، وهي غالبا مدعومة بأموال حكومية، و**شركات التقنيات الحيوية**، وهي غالبا شركات ناشئة صغيرة إلى متوسطة الحجم ذات رؤوس أموال محدودة، و**شركات كبيرة** تكون إما دوائية، وإما كيماوية، وإما منتجة للبذور، ذات رؤوس أموال ضخمة. وتقوم العلاقة بين هذه المجموعات الثلاثية المكونة من الجامعات وشركات التقنيات الحيوية والشركات التجارية العملاقة، على توزيع العمل فيما بينها، حيث يترتب على ذلك اقتسام الفوائد فيما بينها نسبيا. فالشركات التقنية الصغيرة تعنى بالبحث والتطوير في حين تقوم الشركات الكبرى بالإنتاج والتسويق، غير أن هناك القليل من الشركات الصغيرة التي تقوم بنشاطات إنتاجية وتسويقية في آن واحد. أما العلاقات بين مجموعة الشركات والجامعات فهي علاقات غير مباشرة تقتصر على إبرام عقود استثمار أو على المشاركة بأسهم في رأس المال، بينما تبقى العلاقات المباشرة بينها محدودة ومقتصرة على امتلاك شركة لشركة أخرى[٢٧].

ومن أهم الظواهر التي تميز الصناعات المرتبطة بالتقنيات الحيوية عن غيرها من الصناعات التقليدية المختلفة ما يلي:

أولا: تجمع الشركات المختلفة وتمركزها في بقعة جغرافية صغيرة

نتيجة لاعتماد صناعات التقنيات الحيوية المختلفة على المعرفة والبحث والتطوير، تجمعت هذه الشركات وتمركزت في بقع جغرافية صغيرة، قريبة من الجامعات ومراكز الأبحاث العلمية، للاستفادة من الخبرات الأكاديمية والعلمية المتوافرة لديها، إضافة إلى تسهيل تأمين تشغيل العمالة الماهرة المتوافرة من خريجي تلك الجامعات والمراكز العلمية. وتكون هذه التجمعات قريبة أيضا من مراكز التسوق وشبكات الخدمات المحلية التي تزود المستهلكين والشركات بالمواد والخدمات، مما يؤدي إلى تسارع وتيرة العمل الإجمالي في هذه الصناعات، وزيادة المنتجات بشكل يفوق مجموع منتجات هذه الجهات منفردة، مما يعطي هذه التجمعات أفضلية تنافسية[١٦] علاوة على تجنب المستثمرين خطورة المغامرة الاقتصادية الناجمة عن إنشاء شركة واحدة من هذا النوع[١٢].

إن أكثر المناطق الجغرافية التي تتمركز فيها تجمعات شركات التقنيات الحيوية في العالم موجودة في الولايات المتحدة الأمريكية، التي تعتبر الدولة السائدة في العالم في مجالات التقنيات الحيوية. وإن أكبر تجمعات هذه الشركات في الولايات المتحدة الأمريكية يتمركز في

منطقة سان فرانسيسكو، على الشاطئ الغربي، ومنطقة بوسطن، في الشمال الشرقي منها، ولهذا السبب أطلق على مدينة بوسطن لقب مدينة الجينات(١٣). غير أن مناخ التجمعات الاقتصادية الحيوية قد تغير الآن نتيجة لعوامل مختلفة منها: اختلاف القوانين الخاصة بهذه الأبحاث والأعمال من منطقة إلى أخرى في البلد الواحد،؛ والتأثيرات المختلفة لسياسات الدول فيما بينها؛ إضافة إلى ظهور مناخ اقتصادي عالمي جديد، ناتج عن إجراءات تخفيف القيود التجارية بحسب الاتفاقيات التجارية العالمية، بما في ذلك اتفاقية ماستريخت، والاتفاقية العامة للتعرفة الجمركية والتجارة (الجات)، واتفاقية التجارة الحرة في أمريكا الشمالية (النافتا)؛ إضافة إلى تحطيم القيود المرتبطة بجغرافية الأمكنة والمسافات نتيجة التطورات التكنولوجية الحديثة في الاتصالات، والنقل السريع، وخدمة البريد الليلية، والإنترنت (٣)، مما سهل على الشركات نقل عمليات الأبحاث الأساسية والأبحاث الطبية والسريرية وبعض مراحل التصنيع إلى مناطق مختلفة وموزعة بعيدة عن منطقة التجمع، أو إلى بلدان أخرى تتوافر فيها الإمكانات الفنية والبشرية المناسبة، مع الأخذ بعين الاعتبار الأجور المنخفضة وذلك لتأمين أرباح منافسة على المستوى العالمي، ويشكل هذا النوع من هجرة الأدمغة والعمالة الماهرة إلى مناطق بعيدة عن الدول المتقدمة جزءا من هجرة الأعمال المعاكسة غير المألوفة، التي قد تساعد في تخفيف هجرة الأدمغة والعمالة الماهرة من الدول النامية إلى الدول المتقدمة، وبزيادة عدد شركات الصناعات المرتبطة بالتقنيات الحيوية التي تتحرر حاليا من نموذج التجمع، حيث أعداد هذه الشركات في تزايد مستمر، وستتنوع أعمالها في مناطق يكون للاستثمار فيها مردود أكبر، ومن المتوقع أن يبقى نموذج التجمع في صناعات التقنيات الحيوية قائما، إلا أنه ليس من الضروري أن يكون هذا التجمع مرتبطا أو محددا بالقرب الجغرافي. وبنشوء هذا النوع الجديد من التجارة العالمية لا بد لتلك الشركات العملاقة العابرة للقارات من تطوير سياسات ونماذج اقتصادية جديدة عالمية مبنية على إمكان وجود مراكز الأبحاث والتطوير والتسويق للشركة نفسها في مناطق متباعدة بعضها عن بعض بآلاف الأميال، وعلى إيجاد مراكز تزويد عالمية نشطة (Global hubs)، ونقاط التقاء وتجمع عالمية (Global nodes) لأجزاء الشركة الواحدة منها، مما سيجعل هذا النموذج هو المعتمد لهيكلية الصناعات الجديدة(١٦). وقد نُقِل حوالي ٦٥٪ من مجموع شركات تصنيع الأدوية والعقاقير وغيرها من الصناعات التقنية الحيوية الأمريكية إلى مواقع مختلفة في الولايات المتحدة وخارجها، حيث تتلاقى عوامل متعددة مناسبة لدعم تطور هذه الصناعات الجديدة. وبحسب هذا النموذج، سيكون من أهم التحديات المستقبلية لدعم التعاون الأكاديمي والاقتصادي بين أجزاء الشركة الواحدة هو تحديد مناطق التزويد، ونقاط الالتقاء وتجميع الموجودات المحلية المناسبة لهذه الصناعات حول العالم.

وفي هذا السياق تعتبر الهند من أكثر الدول التي استضافت فروعا لشركات التقنيات الحيوية الزراعية العملاقة في العالم أو تعاونت معها، والعمل جار الآن في الهند على تطوير محاصيل زراعية من قبل شركات محلية تعمل بالتعاون مع عشر شركات تقنية كبرى من بلدان مختلفة هي: الولايات المتحدة، وكندا، والصين، واليابان، لإجراء تعديلات وراثية في محاصيل القطن والأرز والخردل والبندورة والبطاطا بهدف إنتاج محاصيل مقاومة للإصابة بالحشرات الطفيلية أو محاصيل مقاومة لبعض الأمراض الفيروسية، أو لإنتاج محاصيل مقاومة للجفاف وملوحة التربة[٢٨].

ثانيا: سيادة الشركات العملاقة في السوق

من أهم الميزات الأخرى للصناعات المرتبطة بمجالات التقنيات الحيوية تركيز السلطة في بضع شركات عملاقة مصنعة للمنتجات التقنية، تستحوذ على معظم حصص السوق لأي من هذه المنتجات. ففي العام ١٩٩٥ استحوذت أكبر عشر شركات في مجال العقاقير الطبية على نسبة ٤٧٪ من مجموع سوق الأدوية التي بلغت ١٩٧ مليار دولار أمريكي. فيما سيطرت عشر شركات عالمية على نسبة ٤٣٪ من تجارة العقاقير البيطرية في العالم، البالغة قيمتها ١٥ مليار دولار أمريكي[٢]، كما تتحكم حاليا عشر شركات فقط في ما مقداره ٨٥٪ من حجم سوق الكيماويات الزراعية في العالم[٢٨].

أما في مجال الأغذية، فإن مبيعات عشر شركات عالمية فاقت ٢١١ مليار دولار، كما بلغ مجموع ما تمتلكه شركة مونسانتو Monsanto من براءات اختراع خاصة بتحسين جينات القطن ما يعادل ٩٠٪ من مجموع براءات الاختراع الكلية لتحسين جينات القطن في العالم لعام ٢٠٠٦ [٢٨]، وهذا النوع من السيادة على السوق العالمي يناقض الفوائد الناجمة عن استخدام المنتجات التقنية في الوصول إلى أسس النماء المستديم المرجو من خلال إنتاج محاصيل مختلفة معدلة وراثيا، كالحبوب والقطن والعقاقير الطبية، بسبب وجود عدة مخاطر لتأثير هذه الشركات التقنية العملاقة والعابرة للحدود على الأسواق العالمية.

ثالثا: ارتفاع نسبة خطورة الاستثمار في شركات التقنيات الحيوية نتيجة تأثرها بالمتغيرات البحثية

وخير مثال على ذلك انخفاض سعر أسهم شركة هيومن جينوم سيانسز Human Genome Sciences في شهر أكتوبر من العام ٢٠٠٥ بنسبة تقرب من ٣٠٪، وذلك في اليوم نفسه الذي أعلن فيه عن فشل أحد العقاقير المدعو ليمفوستات ب LymphoStat-B الذي أنتجته هذه الشركة وتقوم على تطويره، وهي في مرحلة متوسطة من الاختبارات التجريبية. مع العلم بأن شركة هيومن جينوم سيانسز، التي أنتجت هذا العقار، قد أسست في العام ١٩٩٢ لاكتشاف الجينات البشرية الممكن استخدامها في العقاقير الجينية، وهي تقوم الآن بدعم من الشركات العملاقة جلاجسو - سميث كلاين Glaxo-SmithKline وروكفيل Rockville لإنتاج مجموعة

من العقاقير التي أظهرت طاقات علاجية لمرض تليف الكبد الوبائي ولعدة أنواع من الأمراض السرطانية[٢٩].

وكمثال آخر على ارتفاع نسبة خطورة الاستثمار في شركات التقنيات الحيوية المحاولات الحثيثة لشركة فيرتكس للدوائيات Vertex Pharmaceuticals لإنتاج العقار VX-95، الذي صنفه السيد بوجر Boger صاحب الشركة عام ١٩٩٤ بأنه العقار الأمثل - جزيء البليون دولار - وبأنه هدف الشركة الوحيد. غير أن هذا العقار VX-95 الملقب بـ «جزيء البليون دولار» لم يصل إلى السوق حتى الآن. وعلى الرغم من العمل والخسائر التي تعدت المليون دولار، وبعد أكثر من ستة عشر عاما، فإن شركة فيرتكس للدوائيات ما زالت تأمل في النجاح، لأن نتائج آخرة الدراسات على العقار VX-95 المصمم لعلاج مرض التهاب الكبد الوبائي أظهرت أن هذا العقار سيكون قادرا على تقليل مدة معالجة المرضى لثلاثة أشهر عن طريق منع عمل الإنزيمات الضرورية لتكاثر الفيروس المسبب للمرض، في حين تستغرق العلاجات السائدة اليوم عاما كاملا؛ لأنها تعتمد على تحفيز جهاز المناعة لدى المرضى لمحاربة الفيروس المسبب للمرض. وعلى الرغم من أن هذه النتائج ساعدت في تنشيط أسعار أسهم شركة فيرتكس، التي تضاعفت ثلاث مرات منذ شهر مايو من العام ٢٠٠٥، فإن التخوف من فشل العقار VX-95 نتيجة آثاره الجانبية أدى إلى هبوط في أسعار أسهم شركة فيرتكس حاليا. والجدير ذكره أن جزءا من التدني في أسعار أسهم شركة فيرتكس يعود أيضا إلى أن شركات أخرى مثل الشركة الضخمة شيرينج بلاو Schering Plough وبريسيول - ماير - سكويب Bristol-Myers Squibb تقومان، حاليا، بالتجارب على عقاقير مشابهة في مراحل متقدمة، إلا أن هذه العقاقير لم تؤدِ إلى انخفاض سريع في عدد الفيروسات في دم المرضى كما هي الحال عند استخدام العقار VX-950، ومن الواضح أنه من الصعب تحديد أي من هذه العقارات سيفوز بالموافقة على النزول إلى الأسواق أولا[٣٠]. ومن جهة أخرى، أعلنت شركة بفايزر Pfizer التي تنتج العلاج المسمى بإكسوبيرا Exubera أنها ستطرح هذا العلاج في الأسواق خلال فصل الصيف من العام ٢٠٠٦، ويتوقع المحللون الاقتصاديون أن إكسوبيرا سيكون العلاج المفضل لمرض السكري في العالم أجمع. كما يتوقعون أن تصل عائدات مبيعاته للأعوام القادمة حتى العام ٢٠١٠ إلى البليونين[٣١]، وهذا العلاج هو بديل لحقن الإنسولين التي يتعاطاها مرضى السكري حول العالم للحيلولة دون ظهور الأعراض الجانبية عندهم نتيجة لارتفاع نسبة سكر الدم. ويستخدم هذا العقار شكلا من الإنسولين يمكن تعاطيه عن طريق الاستنشاق من خلال جهاز صممته شركة نيكتار للدوائيات Nekter في كاليفورنيا. وكانت شركة بفايزر قد أجلت طلب موافقة دائرة الغذاء والدواء في الولايات المتحدة الأمريكية على هذا العقار لمدة عامين؛ للتأكد من تأثير هذا العقار الجانبي في الرئتين، تجنبا لأي مشاكل

مستقبلية مع القانونيين وجماعات حماية المستهلكين. وقد اتفقت شركة بفايزر مع شركة أفنتيس Aventis المعروفة حاليا باسم سونوفي أفنتيس Sonofi-Aventis للعمل على إنتاج هذا النوع من الأنسولين الذي سيستخدم في تصنيع العقار إكسوبيرا، في حين تقوم شركات أخرى كبيرة - في الوقت نفسه - مثل إيلاي ليلي Eli Lilly وشركة نوفو نورديسك Novo Nordisk وأخرى أصغر منها وأقل شهرة مثل شركة مانكايند MannKind وشركة كوس للدوائيات Cos Pharmaceutical بالعمل على تصنيع أشكال أخرى مشابهة لهذا النوع من الإنسولين[٣١].

وقد تم الاتفاق حديثا على أن تقوم شركة بفايزر بشراء شركة سونوفي أفنتيس، شريكتها في تصنيع العقار إكسوبيرا، بمبلغ ١,٣ بليون دولار أمريكي. ويتوقع المحللون أن يعم استخدام هذا العقار بسرعة في جميع أنحاء العالم وأن تتعدى عائدات مبيعاته البليون دولار في العام. إضافة إلى ذلك، فقد تم في شهر أبريل من عام ٢٠٠٦ الحالي، الموافقة على استخدام إكسوبيرا في دول الاتحاد الأوروبي. ويتوقع المحلل الصناعي كوين Cowen أن تصل مبيعات إكسوبيرا حتى العام ٢٠١٠ إلى ١,٨ بليون دولار خارج الولايات المتحدة، وإلى ١,١ بليون دولار في داخلها[٣٢].

الاقتصاد الأحيائي في القطاعات الصحية والدوائية

من أهم منجزات العصر الجينومي وميزاته ظهور نظام طبي جديد فعال مبني على أسس اقتصادية وله طاقات كبيرة وغير مسبوقة في الكشف عن الأمراض والمعالجة الوقائية لمنع حدوثها، كما في حالات الكشف المبكر عن سرطان الثدي وغيره من الأمراض الخبيثة. ويهتم الطب الموجه للفرد والمؤسس على بنيته الجينومية بالكشف عن احتمالية إصابة ذلك الفرد بالمرض وبتقليل هذه الاحتمالات عن طريق إعطائه العلاجات اللازمة والاحتياطات الضرورية لتأخير أو منع ظهور ذلك المرض لديه[٣٣]. وبذلك أصبح هدف التشخيص لا يكمن في معرفة إن كان الفرد مريضا أم لا فحسب، بل أيضا في إيجاد احتمالات إصابته بالمرض[٢]، وتصميم علاجات وقائية له تقوم على أسس فردية ترتبط بالاضطرابات الجينية (الطفرات) الموجودة لديه [٢ و٣٣]، لذلك اهتمت الشركات الطبية والدوائية العالمية العملاقة بشراء أسهم شركات التقنيات الحيوية المتخصصة في أبحاث التركيبة الوراثية (الجينوميات)، وإبرام اتفاقيات بحثية معها أو بالاندماج بها للاستفادة من خبراتها في تحليل البيانات المتعلقة بالجينات البشرية، والصفات والنزعات والاضطرابات الجينية في تصميم الأدوية والعقارات المختلفة. ومن أشهر هذه العمليات شراء شركة شيرينج بلاو Schering Plough لشركة كانجي Canji مقابل مبلغ ٥٤,٤ مليون دولار أمريكي، والاندماج بين شركة العقاقير الطبية ساندوز Sandoz وشركة الكيميائيات الزراعية سيبا - جايجي Geigy Ciba - السويسريتين لإنشاء شركة نوفارتس Novartis العالمية العملاقة، وقد بلغت قيمة هذا الاندماج ٢٧ مليار دولار أمريكي.

وبذلك أصبحت شركة نوفارتس كبرى الشركات في مجال الكيميائيات الزراعية في العالم، علاوة على أنها ثانية كبرى الشركات في مجال البذور، وثانية كبرى الشركات في مجال العقاقير الطبية، ورابعة كبرى الشركات في مجال العقاقير البيطرية في العالم. وقامت شركة نوفارتس في العام ١٩٩١ بشراء شركة جينيتك ثيرابي Genetic Therapy ومقرها ولاية ميريلاند الأمريكية، مقابل ٢٩٥ مليون دولار أمريكي، وكانت الشركة الأخيرة تملك ترخيصا رسميا لبراءة اختراع خاصة بعملية إزالة خلايا من المريض وزراعتها خارج جسم المريض وتعديلها وراثيا بإحداث تغيير في تركيبتها الوراثية عن طريق إدخال وحدة وظيفية من الـ «د.ن.أ» DNA (الجين) السليم في الجسم لتصحيح الجين المعطل، بحيث يصبح قادرا على العمل على الوجه الصحيح، ومن ثم إعادته إلى جسم المريض ثانية بغرض المعالجة الجينية في معالجة حالات نقص أو انعدام نشاط جين معين أساسي لحياة الفرد الطبيعية والسليمة. والجدير ذكره أن المعالجة الجينية ما زالت إلى الآن في بداية عهدها[٣ و٣٣].

وتقدر السوق التجارية لهذه الأنواع من الفحوصات الطبية بعشرات المليارات من الدولارات، لكن تكاليف هذه الفحوصات ستنخفض مستقبلا مع تطور الأبحاث مما سيجعلها أكثر شيوعا. غير أن الموارد المحدودة لدى غالبية المجتمعات ستجعل تحديد التداخلات العلاجية والوقائية أمرا صعبا يعتمد على الحالة الاقتصادية للفرد والمجتمع. وإن أخذنا بعين الاعتبار حق الجميع في التمتع بصحة مثلى، فإن هذه التطورات السريعة والمكلفة ستؤدي إلى ظهور قضايا اجتماعية واقتصادية كبيرة حول من سيدفع كلفة هذه الفحوصات، ومن سيقرر ضرورتها، أو من سيكون من حقه الاستفادة منها، مما سيؤدي إلى تغييرات جذرية في القوانين والخطط والسياسات الخاصة بالتأمينات الصحية والحياة الاجتماعية[٣ و٣٤].

ونتيجة للتطورات الحثيثة في مجال التقنيات الجينومية المحوسبة، أصبح بالإمكان تحديد تفاعل الجينومات الخاصة بالأفراد مع عقاقير معينة دون سواها، مما أدى إلى إمكان تصميم أدوية شخصية فاعلة موجهة للفرد بناء على المعلومات الوراثية والطفرات الموجودة في جينومه الخاص، والمرتبطة ببعض الأمراض الوراثية الشائعة مثل الثلاسيميا والأنيميا المنجلية، والأمراض المستعصية كالسرطان، إضافة إلى بعض الظواهر الصحية مثل السمنة، للتمكن من السيطرة عليها. ويتم تصميم هذه الأدوية الشخصية بحيث تكون لها القدرة على التأثير في مناطق الضعف المسببة للأمراض في جينومات الأفراد، والتغلب عليها بصورة دقيقة وسريعة فاعلة، مما يؤدي إلى تقليل المعاناة عند المرضى وتقصير مدة علاجهم وإقامتهم في المستشفيات، وبالتالي انخفاض الكلفة الإجمالية للمعالجات الطبية على الرغم من ارتفاع أسعار هذه الأدوية[٢٠ و٣٣].

الدوافع الاقتصادية للتطورات الحثيثة في التقنيات الحيوية المرتبطة بالمجالات الصحية

تعتبر شركات تصنيع الأدوية من أكثر المستفيدين من مجالات التقنيات الحيوية في الوقت الحاضر، وذلك للدوافع الاجتماعية التي تؤدي إلى تقبل المجتمعات للدراسات والبحوث في المجالات الطبية نتيجة قناعتها بأن هذه الدراسات والبحوث ستؤدي إلى توفير خدمات صحية جديدة لم تكن متوافرة لديهم من خلال الخدمات الطبية التقليدية، وبأن هذه الخدمات ستؤدي إلى تحسين الوضع الصحي لها ولجميع أفرادها. غير أن هناك دوافع أخرى لهذه التطورات الحثيثة مرتبطة بالنواحي الاقتصادية لدى الشركات. وأهم هذه الدوافع ما يلي:

١ - حاجة شركات تصنيع الأدوية إلى الحصول على براءات اختراع جديدة لضمان استمرارية ارتفاع عائداتها

إن شركات تصنيع الأدوية بحاجة إلى الدراسات والبحوث في المجالات الطبية لتطوير عقاقير جديدة والحصول على براءات اختراع لها تعوضها عن انخفاض أرباحها العائدة من سوق الأدوية، التي تنتهي مدة براءة اختراعها، فيصبح من الممكن إنتاجها من قبل شركات أخرى بحرية دون دفع الرسوم المستحقة من قبل هذه الشركات إلى الشركة الأم، صاحبة براءة الاختراع. وهذا يؤدي إلى وصول الأدوية المنتجة من قبل الشركات الأخرى إلى المستهلك بأسعار منافسة، مما يؤدي إلى الحد من تسويق منتج الشركة الأم، وبالتالي انخفاض عائداتها بشكل كبير[١٣].

ومن الأمثلة على الحاجة الماسة لشركات الأدوية العملاقة إلى الدراسات والبحوث لتطوير عقاقير جديدة تؤهلها للحصول على براءات اختراع جديدة تعوضها عن انخفاض أرباحها، العرض الذي تقدمت به شركة بفايزر Pfizer العملاقة لشراء شركة تقنيات حيوية صغيرة تدعى فيكيورن للدوائيات Vicuron Pharmaceuticals، وهي شركة غير معروفة جيدا، يبلغ عدد العاملين فيها مائتي عامل فقط، في حين يصل عدد العاملين في شركة بفايزر إلى ثمانية وثلاثين ألف عامل ينتمون إلى فروع متعددة في مناطق مختلفة من العالم. وقد بلغت قيمة الصفقة ١,٩ بليون دولار أمريكي تدفع نقدا. ويكمن سبب هذه الصفقة في حيازة شركة فيكيورن للدوائيات عقارين جديدين طورتهما لمكافحة الفطريات والالتهابات، كان من المتوقع حصولهما على موافقة دائرة الغذاء والدواء الأمريكية آنذاك، مما سيعوض شركة بفايزر عن خسائرها في عائدات أكثر عقارين مبيعا لديها، وهما مضاد الفطريات ديفلوكان Diflucan (الذي انتهت مدة حماية براءة اختراعه آنذاك) والمضاد الحيوي زيثروماكس Zithromax (الذي كان سيفقد مدة حماية براءة اختراعه بعد أشهر من عقد تلك الصفقة). والجدير ذكره

أن عائدات بيع العقار ديفلوكان كانت قد بلغت ٩٤٥ مليون دولار أمريكي في العام ٢٠٠٤، مقارنة مع ١٠٢ مليون دولار أمريكي كعائدات العام ٢٠٠٣. أما عائدات العقار زيثروماكس فقد وصلت في العام ٢٠٠٤ إلى ١,٣ بليون دولار أمريكي[٣٢].

٢ - منافسة شركات العقاقير الدوائية للسبق في تطوير عقارات جديدة

تتنافس شركات العقاقير الدوائية فيما بينها للسبق إلى تطوير عقارات جديدة منافسة. فبعد النجاح في اكتشاف أي عقار يخضع هذا العقار لدراسات تجريبية وتحليلية مكلفة جدا قد تستمر لعدة سنوات قبل دخوله إلى السوق. وتشمل أولى هذه المراحل التجارب والدراسات على النماذج الحيوانية، تليها مرحلة التجارب السريرية، وفي حال نجاح العقار في مراحل التجارب السابقة، يخضع هذا العقار مرة أخرى للدراسة من قبل إدارة الغذاء والدواء في الولايات المتحدة الأمريكية قبل موافقة تلك الدائرة على ترخيصه للطرح في الأسواق[١٢]. وتستغرق هذه العملية فترة طويلة الأمد مما يؤدي إلى احتمال فقدان فرص النجاح للعقار وللمستثمرين في تطوير هذا العقار، خصوصا في حال نجاح مستثمرين آخرين في تطوير عقارات منافسة لهذا العقار خلال فترة التجارب الطويلة عليه، مما يفقد هذا العقار القدرة على منافسة تلك العقارات الجديدة، وربما يفقده فرصة الدخول إلى الأسواق، ونتيجة لذلك، يبحث المستثمرون في شركات التقنية الحيوية عن شركات تعمل في تقنيات حيوية مميزة للبحث في تطوير منتجات تتمتع بأسواق كبيرة لتأمين أرباح مناسبة لهم. وأفضل مثال لتوضيح هذا النوع من التحدي التنافسي الذي يواجه شركات التقنية الحيوية للدوائيات هو المنافسة الحالية بين مجموعة شركتي أونكس للدوائيات Onyx Pharmaceutical وباير Bayer من جهة، في عملية تصميمهما للعقار نيكسفار Nexavar وبين شركة بفايزر للدوائيات Pfizer Pharmaceuticals من جهة أخرى. وتعمل المجموعتان في الوقت نفسه، وبشكل منفرد، على إنتاج علاجين ضد السرطان؛ فتقوم مجموعة شركتي أونكس للدوائيات وباير على تصميم العقار سوتنت Sutent وإنتاجه لعلاج سرطانات الجهاز الهضمي، في حين تقوم شركة بفايزر للدوائيات بالعمل على إنتاج العقار نيكسفار المصمم لقتل الخلايا السرطانية النشطة والأوعية الدموية التي تغذي الأورام السرطانية، وهو يمتاز بأنه يؤخذ بالفم. وتشير الدراسات إلى أنه من الممكن حصول العقار نيكسفار على موافقة إدارة الغذاء والدواء في الولايات المتحدة الأمريكية لمعالجة سرطان الكلى. إلا أنه في حال الموافقة على استخدام العقار سوتنت لعلاج سرطانات الجهاز الهضمي قبل وصول العقار نكسفار إلى السوق، سيقوم الأطباء باستخدامه لعلاج سرطان الكلى أيضا مما سيضعف أو يفقد العقار نكسفار فرصته في دخول السوق أو في جني العائدات المتوقعة منه. لذلك فإن الشركتين اللتين صممتا العقارين نيكسفار وسوتنت في سباق خطير مع عامل الزمن[٢٩].

٣ - توقع زيادة قيمة الدخل الفردي والقومي المتاح لمجالات الصحة في المستقبل

بلغت قيمة العقاقير الدوائية الخاصة باثني عشر مرضا رئيسا في الولايات المتحدة في العام ٢٠٠٠ ما مقداره ٦٤٥ مليار دولار أمريكي، بما في ذلك كلفة الإنتاج. كما يشكل قطاع مبيعات الأدوية فيها نصف قطاع الأدوية العالمي، حيث شكلت أرباحه ٥٠٪ من مجموع أرباح هذا القطاع في العالم. أما في أوروبا، فتشكل كل من ألمانيا وفرنسا وإيطاليا والمملكة المتحدة وإسبانيا أكبر خمسة أسواق لمبيعات الأدوية فيها، غير أن القوانين الحكومية وقوانين التأمين الصحي تضع سقفا لما هو ممكن تغطيته من أثمان الأدوية في تلك البلدان، مما يدفع شركات الأدوية العالمية العملاقة إلى أن تعمل حثيثا لتغيير الأنظمة والقوانين المرتبطة بالتأمين الصحي في تلك الدول[١٢]، ولذلك يشكل النمو الكبير غير المحدود في سوق الأدوية البشرية في العالم أحد أهم الظواهر المرتبطة بهذه السوق. فمن أهم الأهداف الحالية للأبحاث الجينومية في السوق هو العقاقير التي تدر أرباحا في السوق الاقتصادي؛ فكلما زادت ثروة شعب زاد طلبه على الأدوية، كما أن معدل زيادة الطلب على الدواء للفرد الواحد يفوق الزيادة في حصة الفرد من الثروة العامة. ففي الوقت الذي لا يتجاوز معدل إنفاق الفرد الواحد على الدواء بضع دولارات معدودة في الدول الفقيرة، أي ما يعادل ١٪ من دخله السنوي تقريبا، فإن معدل هذا الإنفاق يصل للفرد الواحد في الدول الغنية إلى آلاف الدولارات، وهو ما يمثل من ٨ - ١٠٪ من مجموع دخله السنوي[٢١]. ومن المتوقع زيادة قيمة هذه النسبة في المستقبل نتيجة للتطورات المستمرة في الخدمات والرعاية الصحية التي ستؤدي إلى ازدياد معدل عمر الفرد. ونتيجة لهذا الازدياد ستزداد بالتالي نسبة المسنين في المجتمعات، وهذا سيزيد من نسبة استهلاك العقاقير بشكل عام، وخصوصا تلك المتعلقة بأمراض الشيخوخة كمرض السكري، الذي يصاب به الفرد عادة في الخمسينيات من عمره، وهذا يؤدي إلى ازدهار عوائد الشركات في قطاع هذه الأدوية[٢١].

وإضافة إلى الأمراض المتعلقة بالشيخوخة، فإن الأمراض الناتجة عن الظواهر العصرية تشكل أيضا أحد أهم الأهداف الحالية للأبحاث الجينومية في سوق العقاقير لكونها تدر أرباحا طائلة في السوق الاقتصادي. فمن هذه العقاقير تلك المتعلقة بالسمنة، والاكتئاب، وتنشيط الذاكرة، والمساعدة في التغلب على الإدمان، بالإضافة إلى العقاقير التي يستخدمها الأصحاء لأهداف مختلفة عن تلك التي وجدت من أجلها[٣٤].

وفي مجالات العقاقير المتعلقة بالمساعدة في التغلب على الإدمان، تقوم الشركة السويسرية سايتوس Cytos بإجراء خمس وعشرين دراسة حول عقار صناعي للتطعيم ضد الإدمان على النيكوتين وهذا العقار يسمى CYT002-NicQb، بالإضافة إلى عقارات أخرى ضد أمراض مزمنة منها أمراض السمنة، وارتفاع ضغط الدم، والحساسية، والحمى الروماتيزمية.

وقد حصلت شركة سايتوس على براءة اختراع أمريكية لهذا العقار في أوائل العام ٢٠٠٥. ومن الجدير ذكره أن فعالية هذه المطاعيم تبقى مستمرة لمدة تتراوح ما بين خمسين إلى مائة يوم فقط، مما سيؤدي إلى الحاجة لرفع فاعلية هذا المطعوم بتكرار الجرعات اللازمة منه، وبذلك ستكون سوق هذا العقار مربحة جدا. وتتوقع الجهات الصحية المختصة بمكافحة التدخين أن يفوق السوق الخاص بمنع التدخين في الولايات المتحدة البليون ونصف البليون دولار أمريكي في العام ٢٠٠٧، كما أنه من المتوقع أن يزداد عدد المدخنين في العالم خارج الولايات المتحدة، خصوصا في الصين والهند بسبب تحسن الاقتصاد فيهما حاليا، وهما من أكبر البلدان من حيث السكان تعدادا في العالم، مما سيؤدي بالتالي إلى زيادة النسبة العالمية للمدخنين الذين سيحاولون الإقلاع عن التدخين في المستقبل[٣٤].

أما الظاهرة التي انتشرت وبسرعة فائقة فهي استبدال بالهدف الأصلي لاستخدامات بعض العقاقير أهدافا أخرى تجعلها مطلوبة من المستهلكين باستمرار، وبالتالي تبقى مورد ربح لا ينقطع للشركات الدوائية المنتجة لها. وهذه العقاقير يستخدمها الأصحاء في العادة لأهداف مختلفة عن تلك التي وجدت من أجلها، ومن أهم هذه العقاقير من الناحية الاقتصادية تلك المصممة أصلا لمنع ترقق البشرة لكنها تستخدم حاليا، وبشكل واسع، في مجالات التجميل، فتدخل في تركيب الكريمات المقاومة لتجاعيد البشرة وتخفيف مظاهر الشيخوخة عليها. ويعتبر استخدام العقاقير في مجالات التجميل من أسرع القطاعات انتشارا بالمقارنة مع السوق العالمي لتجارة المواد التجميلية. ومن الأمثلة الأخرى على استبدال الهدف الأصلي لاستخدامات العقاقير هو استخدام عقار الفياجرا على نطاق واسع من قبل الأصحاء بغرض التنشيط الجنسي أو علاج العجز الجنسي لديهم، في حين أنه استخدم أصلا لعلاج حالات مرضية للجهاز الدوري الدموي. وكمثال آخر على هذه الظاهرة استخدام هرمون النمو البشري من قبل الرياضيين بغرض تقوية العضلات ومنع تخزين الدهون والكوليسترول، في حين أنه صمم كعلاج لمنع حدوث التقزم عند الأطفال الذين يعانون نقصا وراثيا في تكوين هذا الهرمون لديهم[٣٥].

الاقتصاد الأحيائي في مجالات الأغذية والمحاصيل الزراعية

هناك ما يقارب البليون نسمة في العالم يعانون نقصا في التغذية في عصرنا الحالي، على الرغم من وجود فائض في المواد الغذائية في أماكن مختلفة من العالم، كما لا تملك نسبة كبيرة من سكان المناطق الأقل حظا، فرص الحصول على غذاء متوازن.

وبناء على توقعات منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (فاو)، فإن ٦٨٠ مليون شخص، أي ما يعادل ١٦٪ من مجموع سكان العالم، سيعانون سوء التغذية في العام ٢٠١٠، مما سيشكل خطورة شديدة على نمو الإنسان وصحته وحياته في مناطق مختلفة من العالم[٣٦].

ويكمن سبب سوء التغذية والمجاعات في مناطق مختلفة من العالم في وجود مشاكل تتعلق بظروف عديدة تؤثر في الأمن الغذائي أهمها: طبيعة الأرض؛ ونوعية التربة؛ ونوعية المزروعات؛ وعدم ضبط عملية التسويق؛ وعدم التوازن في سياسات التصدير والاستيراد، إضافة إلى الوضع المالي للمزارعين؛ والتباين في المعرفة والثقافة؛ والتباين في توزيع الثروات والخدمات الصحية بين الأفراد داخل المجتمع الواحد، وفيما بين المجتمعات المختلفة في العالم، فقد ازداد الفارق بين معدل دخل الفرد في أغنى وأفقر المجتمعات في العالم من تسعة أضعاف في بداية القرن العشرين إلى ثلاثين ضعفا في العام ١٩٦٠، ومنذ ذلك الحين تضاعف هذا الفرق إلى أكثر من ٨٠٪ في العام ٢٠٠٤ [٣٧]. ونتيجة للتطورات الحثيثة في المجالات الصحية ارتفع معدل عمر الفرد في معظم أنحاء العالم، مما جعل تطوير الأوضاع الصحية والمعيشية للأعداد المتزايدة من السكان في العالم أحد أقوى وأهم التحديات للبشرية في الوقت الحاضر.

تعتبر التقنيات الحيوية من أهم الأمور الواعدة في زيادة وتحسين الإنتاج الزراعي والأغذية؛ لقدرتها على إنتاج محاصيل جديدة مميزة تحمل صفات وراثية جديدة أضيفت لها من نباتات مختلفة، بغرض زيادة قيمتها الغذائية والإنتاجية تحت الظروف البيئية المختلفة. فقد أشار تقرير مؤتمر الأغذية العالمي لمنظمة الأغذية والزراعة الذي عقد في روما في العام ٢٠٠٥ إلى أن التقنيات الحيوية الخاصة بالزراعة ضرورية لاستنباط أصناف نباتية هجينة، وفيرة الغلال ومقاومة للظروف البيئية، وذلك لتأمين الحاجة الأساسية من الغذاء الذي يحتاج إليه الناس في جميع الأوقات من بعض المحاصيل الزراعية الأساسية مثل الذرة وفول الصويا[٣٨].

وقد لعبت التقنيات بأشكالها المختلفة دورا مهما في التنمية الزراعية من خلال ما قدمته من الابتكارات العلمية المتراكمة مع الأجيال المتعاقبة التي أدت إلى زيادة كبيرة في الإنتاجية الزراعية. فأحدثت التقنيات الحيوية الحديثة طفرة غير مسبوقة في زيادة إنتاج بعض تلك المحاصيل الزراعية الغذائية الأساسية كالذرة وفول الصويا، وبعض المحاصيل الزراعية الصناعية مثل القطن. كما عملت التقنيات الحيوية على تأمين تدفق المنتجات الزراعية إلى الأسواق بكميات كافية وبأسعار مناسبة، نتيجة لتمكن المزارعين من الاستغناء عن استخدام المبيدات الحشرية، وزيادة معدل نسبة المحاصيل الناتجة من أراضيهم الزراعية؛ مما يشكل ظروفا واعدة لتسهيل استئصال الجوع وسوء التغذية من العالم، حيث يتطلب ذلك السرعة والاستمرارية في الإنتاج الزراعي والغذائي، ولذلك يعول السياسيون والاقتصاديون على التقنيات الحيوية لتحقيق ذلك بالإنتاج الكافي لإمدادات الغذاء، والاستقرار المتزايد في تدفق هذه الإمدادات، وضمان وصول المتاح منها لجميع المحتاجين إليها، وبذلك يتم سد الفجوة الغذائية في الدول النامية وفي العالم أجمع[٣٩].

وقد أوصت لجنة المتقدمين من العلماء والمهتمين بالأخلاقيات والمحللين الاقتصاديين التابعين لمجلس نوفيلد Nuffield Council في المملكة المتحدة في تقرير لها بأن فوائد المحاصيل المعدلة وراثيا قد تكون مبررة للفقراء لأنها ستساعدهم نسبيا على النماء في ضوء تركيز معظم أبحاث التقنيات الحيوية المتعلقة بالزراعة على محاصيل ذات نوعيات وصفات ملائمة للسوق التجاري في الدول النامية؛ كما أوصت تلك اللجنة بتوسيع الدعم لدائرة الأبحاث التي تتعلق بمجال تطوير الأغذية المعدلة وراثيا، مع التركيز على المحاصيل التي تنمو في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية من العالم. وقد شدد التقرير على ضرورة الانتباه إلى مختلف المشاكل والمخاطر الصحية والبيئية المحتملة لهذه المنتجات، كما أوصى التقرير بدراسة كل من المنتجات المعدلة وراثيا بشكل فردي ومستقل قبل الموافقة على دخولها إلى مرحلة الإنتاج، ومقارنتها بمثيلاتها من المنتجات الطبيعية غير المعدلة وراثيا، للتأكد من ملاءمة المنتجات المعدلة وراثيا للمواصفات الغذائية، وعدم وجود أي تأثيرات سلبية لها في كل من المزارعين والبيئة وفي التوازن الطبيعي للمحاصيل الزراعية[٤٠].

الوضع التجاري العالمي للمحاصيل الزراعية المعدلة وراثيا

بدأ الاستخدام التجاري العالمي للمحاصيل المعدلة وراثيا Genetically Modified (GM) بواسطة التقنيات الحيوية المختلفة منذ العام ١٩٩٦، وذلك باستخدام نبات القطن المقاوم للإصابة بالحشرات. والجدير ذكره أن تطور التقنيات الحيوية في إنتاج المحاصيل الزراعية المعدلة وراثيا كان في الماضي أقل سرعة منه في المجالات الطبية، إلا أنه اليوم وبعد مرور عقد من الزمن أخذ في النمو بصورة أسرع، والسبب في ذلك هو قبول المستهلكين للمنتجات الزراعية المعدلة وراثيا، وهذا يعتمد على عوامل مختلفة، منها الثقافية والاجتماعية والسياسية والاقتصادية. وقد بينت بعض الدراسات أن نجاح المحاصيل والأغذية المعدلة وراثيا في السوق التجاري يعتمد بشكل رئيس على مدى انخفاض أسعار هذه المنتجات مقارنة بأسعار السوق لنفس الأنواع الطبيعية غير المعدلة وراثيا. كما أظهرت دراسة أجريت في اليابان أن المستهلك الياباني قد يكون على استعداد لشراء المنتجات الغذائية المعدلة وراثيا إن كان الفرق في ثمنها لا يقل عن ٤٠٪ من ثمن النوع ذاته من المنتج الغذائي الطبيعي غير المعدل[٤١]. أما الصعوبات السياسية والاقتصادية في انتشار المحاصيل الزراعية المعدلة وراثيا فتتجلى في الاختلاف والتفاوت ما بين الأنظمة التي تتحكم في إنتاج تلك السلع واستخدامها في الدول المختلفة مما يؤدي إلى صعوبة تنقل هذه المنتجات الزراعية من خلال العمليات التجارية.

تعتبر الولايات المتحدة هي أكبر منتج ومصدر للمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم وخصوصا الحبوب والذرة والقطن والكانولا، بالإضافة إلى المبيدات الحشرية التي تستخدم

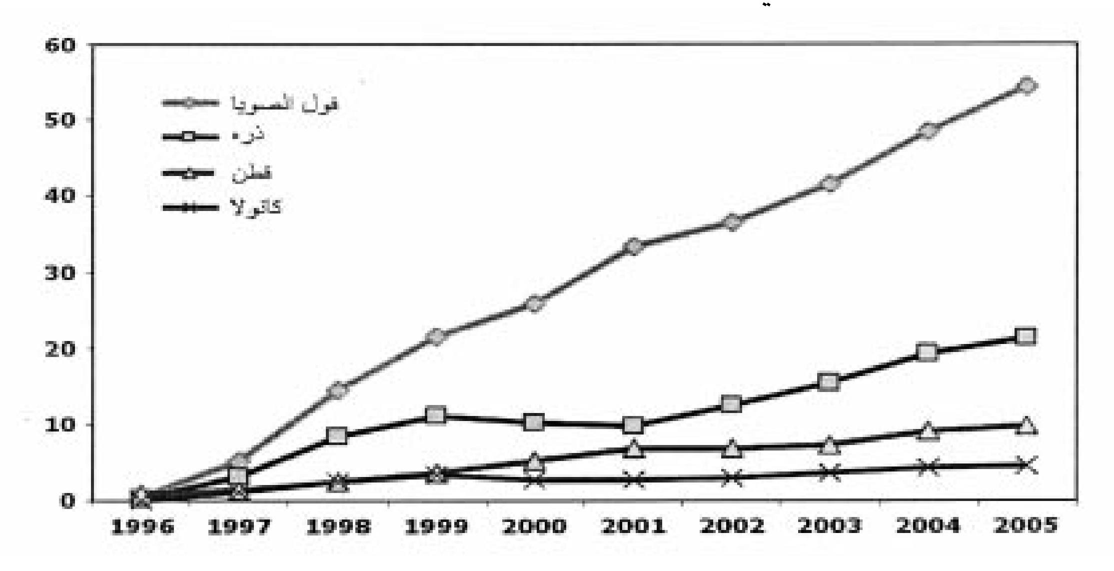
خصيصا لرش تلك المحاصيل المعدلة وراثيا(٤٢). وقد عملت الولايات المتحدة لتغيير طرق التجارة الدولية فاستخدمت المؤسسات الدولية الفاعلة مثل منظمة التجارة الدولية (WTO) لدعم تصديرها للمنتجات المعدلة وراثيا؛ ثم عملت على تشجيع إبرام اتفاقيات عديدة مع منظمة التجارة الدولية لوضع قوانين وتعليمات لـ «التجارة الحرة» في الأسواق العالمية في مجالات المصادر الوراثية ومنتجات التقنيات الحيوية، ومن أهم هذه الاتفاقيات: الاتفاقية الزراعية (Agreement on Agriculture (AOA، وكذلك اتفاقية التجارة الخاصة بحقوق الملكية الفردية Agreement on Trade-Related Intellectual Property Rights (TRIPS) على الرغم من احتجاج بعض الدول على هاتين الاتفاقيتين مثل الاتحاد الأوروبي، ومجموعات الدول النامية، ومجموعات أهلية في الولايات المتحدة ذاتها.

وقد واجهت المحاصيل المعدلة وراثيا في الولايات المتحدة الأمريكية صعوبات في تصديرها إلى دول السوق الأوروبية واليابان؛ لأن حكومات هذه البلدان قامت، مدعومة بآراء المستهلكين فيها، بالحد من تطوير المحاصيل الغذائية المعدلة وراثيا وانتشارها. وقد وافق الاتحاد الأوروبي ما بين العامين ١٩٩٤ و١٩٩٧ على استيراد عدة أنواع من المحاصيل المعدلة وراثيا وأهمها الذرة (٤٣ و٤٤). إلا أن النمسا قد رفضت في العام ١٩٩٦ إدخال أحد هذه الأنواع الموافق أوروبيا على استيرادها إلى أسواقها(٤٣). وقد تبعتها ما بين العامين ١٩٩٧ و٢٠٠٠ كل من فرنسا وألمانيا واليونان وإيطاليا ولكسمبورج، فرفضت أيضا بعض تلك المنتجات التي أقر الاتحاد الأوروبي استيرادها خلال تلك الفترة، فكان ذلك سبب نزاعات في قضايا مماثلة، رفضت فيها دول الاتحاد الأوروبي استيراد سبعة وعشرين نوعا من المحاصيل المعدلة وراثيا. مما جعل الولايات المتحدة الأمريكية بالاشتراك مع كل من كندا والارجنتين رفع شكوى في العام ٢٠٠٣ لدى منظمة التجارة الدولية في شكوى حول انتهاك دول الاتحاد الأوروبي الست لمبادئ معاهدة تجارة الأغذية وقوانين استخدامات الأغذية والمحاصيل المعدلة وراثيا، التي أقرها الاتحاد الأوروبي في العام ١٩٩٨، وأن هذه الدول قد منعت التداول بالمحاصيل المعدلة وراثيا التي سمح الاتحاد الأوروبي باستخدامها(٤٣ و٤٤).

وقد نجحت الولايات المتحدة في معركتها ضد الاتحاد الأوروبي حيث حكمت منظمة التجارة العالمية في بداية شهر فبراير من هذا العام ٢٠٠٦ لمصلحة الدول مقدمة الشكوى في القضية المذكورة أعلاه. إضافة إلى قرار لمصلحة الولايات المتحدة حول ثلاثة وعشرين محصولا من المحاصيل السبعة والعشرين المختلف عليها، وقد عبرت كل من مؤسسات التقنيات الحيوية والغذائية والزراعية الأمريكية عن ارتياحها لهذا الحكم (٤٤ و٤٥)، في حين دافع الاتحاد الأوروبي عن سياساته في الكشف عن الأغذية المعدلة وراثيا قبل الموافقة على استيرادها. وانتقدت الجماعات البيئية وعلى رأسها مجموعة أصدقاء الأرض في أوروبا

Friends of the Earth Europe تقرير منظمة التجارة الدولية، واعتبرت هذه الجماعات البيئية أنه لا يجوز لمنظمة التجارة الدولية تقرير ما سيأكله الناس، وقد صرح أدريان بيب Adrian Bebb أحد ناشطي تلك الحركة بأن «منظمة التجارة الدولية قد قررت وبوقاحة أنه من الضروري تحطيم ضوابط السلامة تجاه الأغذية المعدلة وراثيا لمصلحة شركات التقنيات الحيوية». كما صرحت وزيرة الصحة النمساوية ماريا روس كلات لوكالة الأخبار رويترز «بأن الحكومة النمساوية لن تألو جهدا للمحافظة على زراعة النمسا نظيفة من الأغذية المعدلة وراثيا، والمحافظة على سلامة المستهلكين»، علما بأن القوانين الخاصة باستخدامات الأغذية المعدلة وراثيا في النمسا ومعها كل من فرنسا واليونان وألمانيا وإيطاليا ولوكسمبورج أكثر صرامة من القوانين المتبعة في بقية بلدان الاتحاد الأوروبي. والجدير ذكره أن الاتحاد الأوروبي قد بدأ خلال العامين ٢٠٠٤ و٢٠٠٥ بقبول أعداد أقل من المحاصيل المعدلة وراثيا في أسواقه، وذلك بسبب تأثير حكومات دوله المدعومة بآراء المستهلكين، مما أدى إلى إبقاء تجارة دول الاتحاد الأوروبي مع الولايات المتحدة في هذا المجال محدودة (٤٤ و٤٦).

وعلى الرغم من وجود عوائق متنوعة تحد من تطوير المحاصيل المعدلة وراثيا وانتشارها، فإن هناك زيادة مطردة في المساحات المزروعة بالمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم، حيث تضاعفت المساحات التي زرعت بها مثل هذه المحاصيل في العام ٢٠٠٥ بمقدار خمسين مرة بالمقارنة مع المساحات التي زرعت في العام ١٩٩٦، كما هو مبين في الشكل (١) وتعكس هذه الزيادة النمو السريع في قبول المزارعين لهذه المحاصيل المعدلة وراثيا، وتشكل هذه الزيادة واحدة من أعلى معدلات التبني للتكنولوجيا الخاصة بالمحاصيل الزراعية(٤٧).



الشكل (١): المساحات المزروعة بالمحاصيل المعدلة وراثيا في الدول النامية والمتطورة خلال العقد الأخير

(المصدر: المرجع ٤٧)

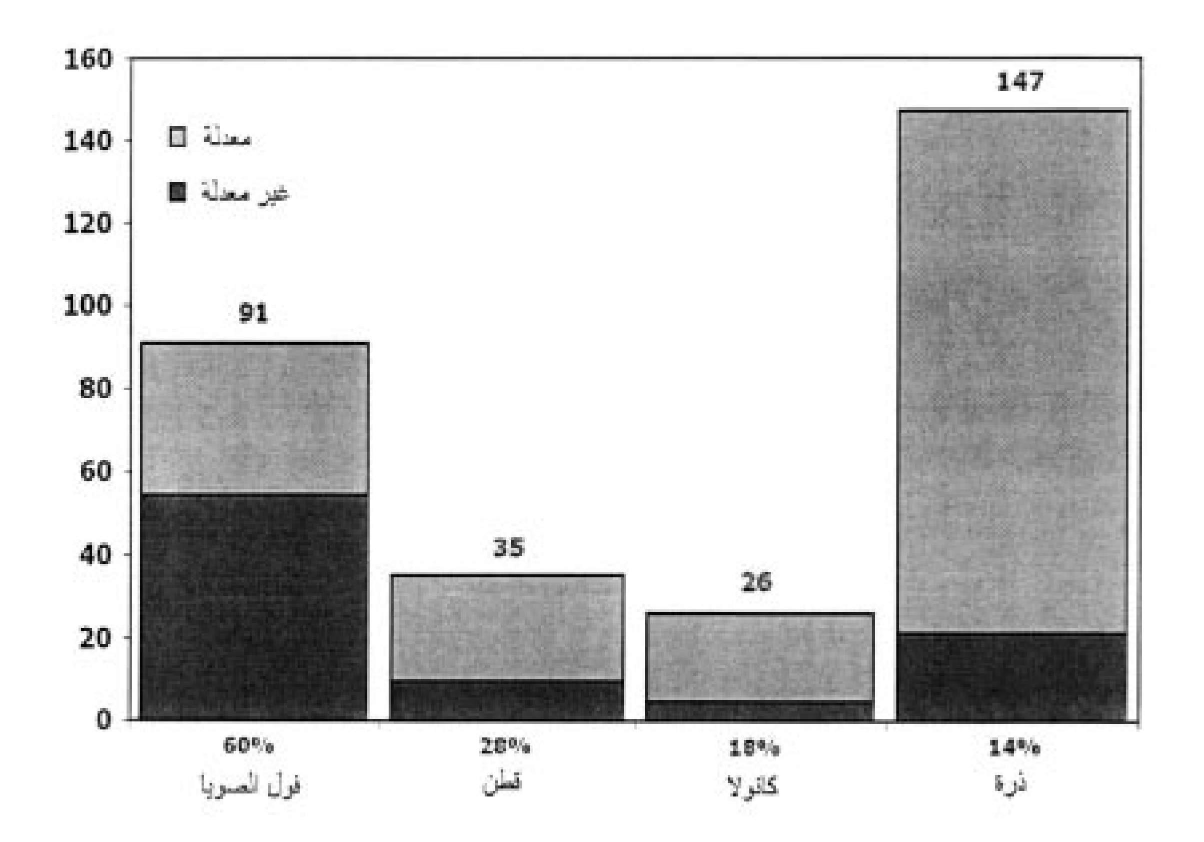
بلغت مساحات الأراضي المزروعة حاليا بالمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم ما مجموعه ٤٧٥ هكتارا، أي ما يعادل نصف مساحة الصين أو الولايات المتحدة تقريبا. وقد ازداد عدد البلدان التي تنتج هذه المحاصيل المعدلة وراثيا من ست دول في العام ١٩٩٩ إلى إحدى وعشرين دولة في العام ٢٠٠٥. ويظهر الجدول (١) الدول الأكثر إنتاجا للمحاصيل المعدلة وراثيا في العام ٢٠٠٥، والتي تعدت المساحات المزروعة فيها خمسين ألف هكتار، في حين تمت زراعة ما يعادل خمسين ألف هكتار أو أقل بالمحاصيل المعدلة وراثيا في كل من كولومبيا، وإيران، وهندوراس، والبرتغال، وألمانيا، وفرنسا، وجمهورية التشيك.

الجدول (١): دول العالم التي بلغت فيها مساحات الأراضي المزروعة بالمحاصيل المعدلة وراثيا خلال العام ٢٠٠٥ أكثر من ٥٠٠ ألف هكتار (المصدر:مرجع ٤٧)

البلد	الإنتاج (مليون)	البد	الإنتاج (مليون)
الولايات المتحدة	٤٩,٨	جنود أفريقيا	٠,٥
الأرجنتين	١٧,١	الأورغواي	٠,٣
البرازيل	٩,٤	أستراليا	٠,٣
كندا	٥,٨	المكسيك	٠,١
الصين	٣,٣	رومانيا	٠,١
باراغوي	١,٨	الفلبين	٠,١
الهند	١,٣	إسبانيا	٠,١

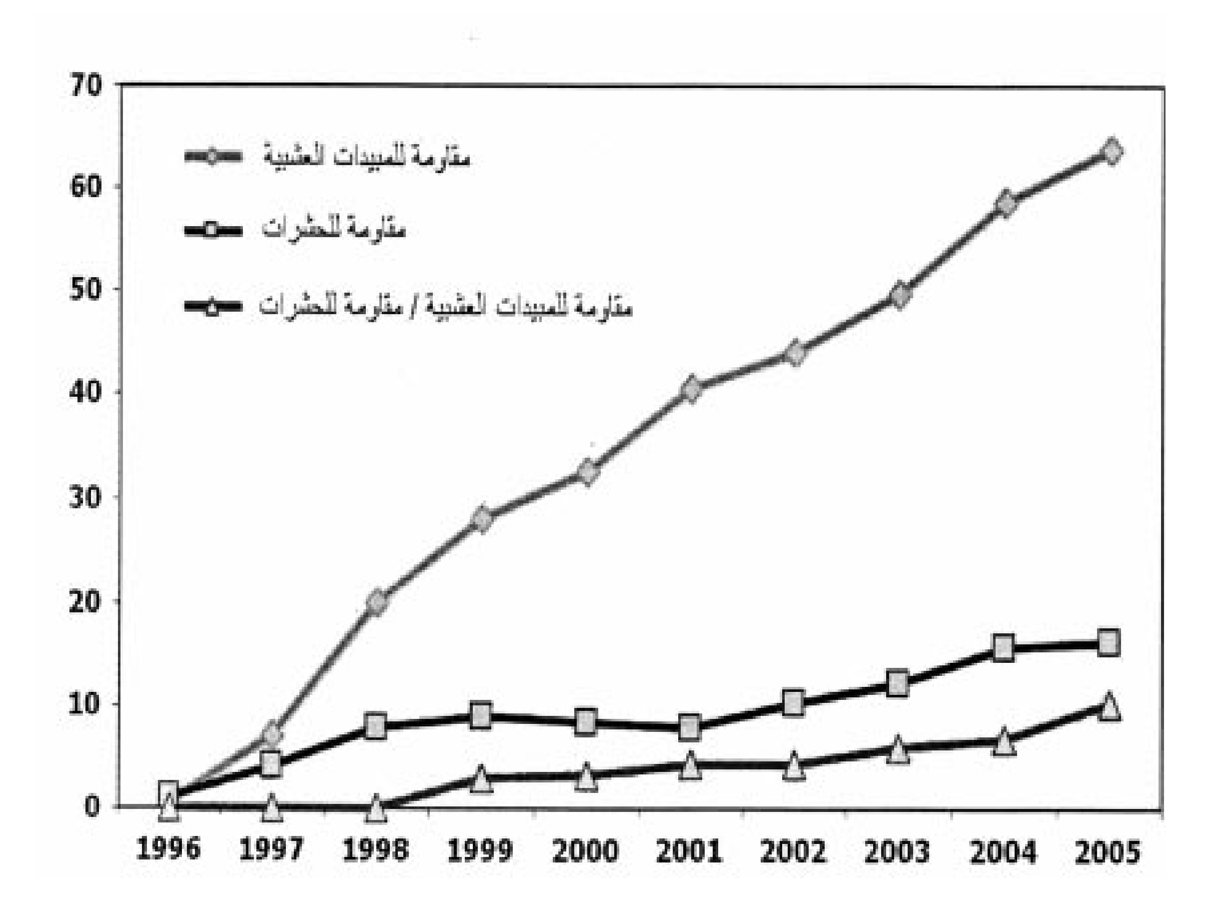
أما بالنسبة إلى نوعية الصفات المعدلة وراثيا السائدة بين المحاصيل التي تمت زراعتها، فقد حظيت الذرة المعدلة وراثيا لمقاومة مبيدات الأعشاب بأكبر مساحات بين المحاصيل المعدلة وراثيا التي زرعت في العام ٢٠٠٥، كما هو مبين في الشكل [٢]، وقد تمت زراعة هذا النوع من المحاصيل في الولايات المتحدة وكندا في مساحات تزيد على ٦,٥مليون هكتار، وهذه المساحات تعادل ٧٪ من مجموع الأراضي المزروعة بالمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم أجمع.

ويبين الشكل (٢) مجموع المساحات التي زرعت في جميع أنحاء العالم بأربعة محاصيل أساسية معدلة وراثيا هي فول الصويا والقطن والذرة والكانولا، مقارنة بالمساحات التي زرعت بمثيلاتها من المحاصيل غير المعدلة وراثيا خلال العام ٢٠٠٥. فقد بلغت نسبة مساحات الأراضي المزروعة بفول الصويا المعدلة وراثيا في العالم ٦٠٪ من مجموع مساحات الأراضي التي زرعت بفول الصويا بنوعيه الطبيعي والمعدل وراثيا لعام ٢٠٠٥، وهذا يشكل ٤ ٪ زيادة على ما تم إنتاجه من فول الصويا المعدل وراثيا في العام ٢٠٠٤. أما في حالة القطن، فقد بلغت نسبة مساحات الأراضي التي زرعت بالقطن المعدل وراثيا في العام ٢٠٠٥ ما مقداره ٢٨ في المائة من مجمل الأراضي المزروعة بالقطن في العالم، بينما شكلت مساحات الأراضي المزروعة بالذرة المعدلة وراثيا ما مقداره ١٤ ٪ من المجموع الكلي للمساحات المزروعة بها في العالم بنوعيها المعدل وغير المعدل وراثيا، أما مجموع مساحات الأراضي المزروعة بالأنواع المعدلة وراثيا من الذرة والقطن وفول الصويا مجتمعة، فقد شكلت ٣٠٪، في حين بلغت هذه النسبة ٢٩ ٪ في عام ٢٠٠٤، أي بزيادة ١٪.



الشكل (٢): مجموع المساحات التي زرعت بالمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم خلال العقد الأخير

(المصدر: المرجع ٤٧)



الشكل (٣): أنواع الصفات المعدلة وراثيا السائدة بين المحاصيل الأساسية المعدلة وراثيا في العالم خلال العقد الأخير. (المصدر: المرجع ٤٧)

بلغت قيمة السوق الكلية العالمية للمحاصيل المعدلة وراثيا ما مقداره ٥,٢٥ بليون دولار أمريكي في العام ٢٠٠٥، بما في ذلك أسعار بيع البذور وكلفة التقنيات المختلفة والرسوم المطبقة، وقد قدرت قيمة السوق التراكمية لمحاصيل فول الصويا والقطن والذرة والكانولا المعدلة وراثيا لمدة عشر سنوات الماضية، أي منذ بدء هذه السوق في العام ١٩٩٦، ما قيمته ٢٩,٣ بليون دولار أمريكي، ومن المتوقع أن تزيد القيمة الكلية لهذه السوق خلال العام ٢٠٠٦ الحالي على ٥,٥ بليون دولار أمريكي. أما مجمل مساحات الأراضي المزروعة بالمحاصيل المعدلة وراثيا في العالم، فقد بلغت أكثر من ٤٠٠ مليون هكتار، في حين بدأت مجموعة من الدول الزراعية ذات الاقتصادات الصناعية أو التجارية بالاستثمار في مجالات التقنيات الحيوية الزراعية، ومن هذه الدول: الهند وفيتنام والبرازيل، كما ازدادت أعداد المزارعين الذين يزرعون هذه المحاصيل في الدول النامية وحول العالم، ومن المتوقع أن يستمر هذا الازدياد خلال العقد القادم ما بين العامين ٢٠٠٦ و٢٠١٥ [٤٧].

ميزات الاقتصاد الأحيائي المتعلق بالقطاعات الزراعية في العالم

١ - نظام زراعي عالمي جديد ومحاصيل متجانسة

كان لبرامج إدارة الدواء في الولايات المتحدة الأمريكية (USDA) وبرنامج المساعدات الأمريكية (USAID) الأثر الكبير في إنشاء نظام زراعي تجاري عالمي مرتبط بالتقنيات الحيوية، يعتمد على إنتاج محاصيل متجانسة، ويصنف بذور النوع الواحد من المحاصيل إلى عدة أصناف، فمنها ما هو حبوب تستخدم للزراعة، وحبوب أخرى تستخدم كأعلاف للحيوانات، وحبوب أخرى تستخدم للاستهلاك البشري [٤٢ و٤٨] وهذه الأنواع من مجموعات الحبوب يختلف بعضها عن بعض في طرق إنتاجها والضوابط المعتمدة في عملية الإنتاج. فمجموعات الحبوب التي تنتج للاستهلاك البشري تختلف عما ينتج منها كأعلاف، حيث يخضع إنتاج الحبوب التي تنتج للاستهلاك البشري للمراقبة للتأكد من سلامة الطرق المستخدمة، وللتحقق من سلامة منتجاتها، وإجراء الاختبارات على هذه المنتجات للتأكد من خلوها من المواد الضارة أو المثيرة للحساسية[٣٧].

٢ - استملاك بذور العالم تجاريا من قبل عدد محدود من الشركات الزراعية العالمية

وكغيره من الأسواق المتعلقة بالتقنيات الحيوية يتميز السوق التجاري العالمي المتعلق بالقطاعات الزراعية بسيادة الشركات العالمية العابرة للقارات. ففي هذا السوق تسير عدة شركات عالمية متخصصة في التقنيات الحيوية المتعلقة بالقطاعات الزراعية على خطى الشركات الدوائية في هيمنتها على السوق العالمي الخاص بمنتجاتها. فقد قامت شركة مونسانتو Monsanto مدعومة بنجاحها السابق في إنتاج السوماتوستاتين، وهو هرمون يزيد من سرعة نمو الأبقار والماشية والأرباح الوفيرة من عائداته بشراء شركة كالجين Calgene التي أنتجت صنف البندورة Flavor Saver عن طريق تعطيل الجين المسؤول عن نضج ثمار البندورة واهترائها بعد قطفها، مما جعل ثمار هذا الصنف تبقى طازجة خلال النقل وبعد وصولها إلى المستهلك لفترات طويلة[٦]. وقد رتبت شركة مونسانتو أمورها بحيث أصبحت كالجين شركة كبرى لتعبئة وتسويق البندورة الطازجة. وقد قامت شركة مونسانتو في العام ١٩٩٧ بشراء شركة آسجرو (Asgrow) التي تعتبر من كبرى شركات فول الصويا في العالم. كما قامت شركة مونسانتو أيضا بشراء شركة هولدنز فاونديشن سيدز Holden's Foundation Seeds مقابل ١,٢ مليار دولار أمريكي. وقد اشتهرت شركة هولدنز فاونديشن سيدز بتطويرها لبذور الذرة، والجدير ذكره أن أكثر من ٣٥٪ من الأراضي التي زرعت بالذرة في الولايات المتحدة الأمريكية في ذلك العام كانت قد زرعت ببذور طورتها شركة هولدنز

فاونديشن سيدز. أما شركة مونسانتو فتمتلك أيضا ٤٠٪ من شركة دوكالب Dekalb. وتعتبر شركة دوكالب هذه من كبرى الشركات المنتجة للبذور في العالم. وبذلك نجد حاليا أن عددا محدودا من الشركات الزراعية يمتلك بذور العالم تجاريا، في حين كانت البذور في السابق ملكا عاما للجميع (٢ و٣).

لقد غيرت التقنيات الحيوية السوق التجاري الزراعي الذي ساد منذ القدم حيث كان مئات الملايين من المزارعين في العالم يملكون ويتحكمون في بيع وشراء مخزونهم من الحبوب، كما كانت المحاصيل التي ينتجها المزارع هي نفسها مصدرا للبذور التي يزرعها في الموسم الزراعي القادم. أما في العصر الجينومي، فإن المزارعين العاملين في إنتاج المحاصيل المعدلة وراثيا، يضطرون للاعتماد اعتمادا كليا على شركات البذور العالمية لشراء البذور مقابل ثمن باهظ، يغطي الرسوم المستوجبة تجاه براءة الاختراع والملكية الفكرية. فالكثير من مخزون الحبوب قد طوِّر وعدِّل وراثيا، كما سجلت له براءات اختراع لشركات عالمية جعلته ملكية فكرية لها، لذلك، سيكون لشركات البذور القدرة على فرض سيطرتها في توزيع بذورها على سوق البذور العالمي، مما يؤدي إلى هيمنتها الفعلية على معظم الزراعة العالمية(٤٨)، لذلك نجد شركات البذور العالمية ترى في المزارع المستقل سوقا محتملة للحبوب الجديدة المنتجة والمسجل لها براءات اختراع من قبلها، ولذلك فهي تسعى إلى أعماله وتبذل كل جهد لتبيعه أنواعها من الحبوب.ومن الجدير ذكره هنا أن هذا التركيز من قبل الشركات على أولويات السوق القصيرة الأمد، المعتمدة على الجني السريع للأرباح سيشكل مصدر خطر يؤدي إلى تدمير الإرث الجيني العالمي الضخم، الذي يؤمن التنوع الحيوي في العالم ويشكل خط دفاع مهم جدا ضد الأمراض والأوبئة النباتية الفتاكة(٤٩).

٣ - تسجيل براءات اختراع للمصادر الوراثية وظهور ما يعرف بالقرصنة الحيوية Biopiracy

من أهم ميزات الاقتصاد الأحيائي هي استبدال كثير من المواد المصنعة من الكيماويات والمعادن بمواد حيوية متجددة. وفي هذا السياق نجد أن كثيرا من المؤسسات الأكاديمية من جامعات ومعاهد أبحاث ومعظم شركات الصناعات الحيوية الدوائية والغذائية والزراعية العملاقة والعابرة للقارات تدرك أن أكثر من ٢٥٪ من الأدوية الجديدة الموصوفة في العالم مستخلصة من النباتات، لذلك فإن هذه الشركات في سباق مستمر للسيطرة على معظم مخزون العالم من النباتات عن طريق تسجيل براءات اختراع باسمها، تشمل جميع المصادر الحية مثل النباتات والجينات من مناطق مختلفة من العالم لتستخدمها كمواد خام، وذلك لضمان هيمنتها في سوق العقاقير العالمية، ولتأمين عائدات كبيرة لمصلحتها. ومن أكثر المناطق التي يتم فيها هذا النوع من النشاطات تلك التي تشمل دول العالم الثالث. وتقوم هذه الشركات

الدوائية بتجميع تلك المصادر الوراثية الحية بهدف استخدامها في تطبيقات تقنية متنوعة دون مشاركة الآخرين بها، بما في ذلك شعوب المناطق التي أخذت منها تلك المصادر الحية، كما يترتب على شعوب تلك المناطق دفع رسوم باهظة لتلك الشركات عند استخدامها لتلك المصادر. والجدير ذكره أنه من المعروف تاريخيا أن الشعوب في المجتمعات الزراعية القديمة كانت قد ساهمت عبر العصور في تطوير مصادرها الطبيعية، بما فيها المصادر النباتية، كما استخدمتها في الغذاء والدواء؛ حتى أصبحت تلك المصادر الحيوية جزءا من التراث الشعبي لتلك الشعوب. ولذلك فقد أطلق على استخدام المصادر الوراثية التي تأخذها الشركات التجارية أو المعاهد البحثية أو الحكومات من الشعوب الأصلية للمناطق المختلفة من العالم وتسجيل هذه المصادر الحيوية باسم براءات اختراع لها القرصنة الحيوية أو القرصنة البيولوجية، وبمعنى آخر تعتبر هذه التعديات سرقة للمعرفة والتراث الشعبي[٥٠]. ومن الأمثلة على هذه القرصنة الحيوية تسجيل براءة اختراع لشركة الدوائيات العملاقة إيلاي ليلي Eli Lilly على نبات البريوينكل Periwinkle من جزيرة مدغشقر[٥١]، حيث تحتوي زهرة هذه النبتة على مجموعة من المواد الكيماوية التي تستخدم في علاج أمراض عديدة مثل مادة فينكرستين Vincristine الفعالة في علاج السرطانات عند الأطفال. وهذا العقار باهظ الثمن يدر أرباحا طائلة على الشركة المصنعة له، في حين أن شركة إيلاي ليلي المستثمرة له لم تدفع أي تعويض مالي أو مادي للوطن الأم لهذه النبتة. ومن الدول الأخرى التي تم تسجيل براءات اختراعات لكثير من مواردها الجينية والحيوية الهند، ولضيق المجال هنا نكتفي بذكر قضية الاستحواذ على الكركم Turmeric. فقد أصدر مكتب تراخيص الاختراعات في الولايات المتحدة الأمريكية براءة اختراع للمركز الطبي التابع لجامعة المسيسبي لاستخدام الكركم في علاجات التئام الجروح والالتهابات، مع العلم بأن الميزات الطبية العديدة للكركم معروفة لدى سكان الهند منذ قديم الأزمان. ويشكل الكركم أحد عناصر الطب الشعبي المتعارف عليه هناك لدرجة انهم يستخدمونه في معابدهم باعتباره مقدسا[٥٢]. ومن المعروف أن الكركم يمنع تكوين الإنزيم سايكلوأوكسجينيز Cyclooxgeanase2 ويعطل عمله، وهو يزيد من آلام أمراض الروماتيزم. وبفعل براءة الاختراع تلك، لا يحق للآخرين - بمن فيهم سكان الهند - استغلال الكركم حتى في طبهم الشعبي، مما دفع الحكومة الهندية للتصدي لبراءة الاختراع هذه لدى المحاكم القانونية في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث نجحت في الحصول على قرار من تلك المحاكم بإلغاء تلك البراءة بعد تقديمها لإثباتات وبراهين دامغة تبين أن تلك المعلومات الطبية عن الكركم معروفة في الهند منذ القدم[٥٢].

ولا تقتصر القرصنة الحيوية على الجينات الوراثية في مناطق محددة مثل الهند ومدغشقر، بل هناك أمثلة عديدة تشمل تعديات على النباتات في أفريقيا وأمريكا الجنوبية وآسيا[٥٣]. وتتميز

هذه الشركات بأنها تكون عادة غير معنية أو قلقة بشأن استنفاد الموارد الجينية الحية على المدى البعيد لأن آفاقها التجارية نادرا ما تتجاوز حدود السوق الآني، واحتمالات الأرباح القصيرة الأمد لبيع عدد محدود من العقاقير المسجلة، وأنواع الحبوب ذات الصفات المحسنة، والحيوانات الهجينة المعدلة وراثيا. والجدير ذكره أن خسائر الشركات الناجمة عن إلغاء براءات الاختراع المسجلة بخصوص نباتات طبية أو كيماويات زراعية تقدر بمبلغ ٢٠٢ مليون دولار أمريكي، في حين بلغت الخسائر الناجمة عن إلغاء البراءات التي تخص بعض العقاقير الدوائية بـ ٢٥٤٥ مليون دولار أمريكي، وعلى عكس ذلك وفي السياق نفسه، أعلنت المؤسسة العالمية للتطوير الحضري الموجودة في كندا Rural Advancement Foundation International (RAFI) تقديراتها بأن الولايات المتحدة الأمريكية مدينة للقبائل والشعوب الأصلية في دول العالم الثالث بمبلغ مقداره ٣٠٢ مليون دولار أمريكي مقابل استثماراتها لمقدرات تلك الدول المرتبطة في المجالات الزراعية، وبما قيمته ٥,٩٧ مليون دولار أمريكي مقابل استثماراتها في مجال العقاقير الدوائية[٥٤].

التطلعات المستقبلية

إن تحليل الجينات والنظم الوراثية لمسببات الأمراض يعطينا فرصا للمراقبة والمتابعة والاكتشاف المبكر لأخطارها الممكنة على الصحة العامة، مما يجعل تطبيقات التقنيات الحيوية في هذه المجالات مقبولة وسريعة الانتشار في العديد من دول العالم وشعوبه، لذلك فإنه من أهم ضروريات العمل في هذه المجالات الصحية تفعيل دور الحكومات والمنظمات الصحية الدولية في وضع المقاييس والمواصفات المثلى لإجراء الفحوصات الوراثية على المستويين المحلي والعالمي، وسن القوانين والتشريعات الملزمة للجهات التي تقوم بإجراء تلك الفحوصات للتأكد من تطبيق مقاييس الجودة في هذه الفحوصات والإدارة الجيدة لها، وتنظيم قواعد البيانات الوراثية الخاصة بالأفراد والمحافظة على سريتها.

أما التطور في استخدام التقنيات الحيوية في المجالات الزراعية فهو أقل سرعة من التطور في استخدامها في المجالات الصحية والصناعات الدوائية، وذلك نتيجة لوجود صعوبات مختلفة في تقبل الشعوب المختلفة لها. وأهم هذه الصعوبات: اختلاف أمزجة المستهلكين وعدم تقبلهم للمحاصيل المعدلة وراثيا، وتخوفهم منها، وغياب تحديد أسس السلامة المتعلقة بها في بلدان كثيرة، إضافة إلى غياب الإرادة السياسية أو عدم وجود سياسات قومية واضحة تجاه استخدام هذه المحاصيل[١]. لكن بناء على الحيثيات والتطورات الحديثة في قبول المحاصيل المعدلة وراثيا من قِبل دول العالم النامية والمتقدمة على السواء، فإنه من المتوقع نمو زراعة هذه المحاصيل المعدلة وراثيا في العالم، وزيادة أعداد المزارعين والبلدان التي ستشارك في زراعتها مستقبلا. فلا بد إذن من أن يكون للحكومات المحلية والمنظمات الدولية دور في وضع السياسات للتشجيع على الابتكار والإبداع، وتطوير تطبيقات عملية للإبداعات التي تستجد في

مجالات التقنيات الحيوية المرتبطة بجميع مجالات التقنيات الزراعية والصحية لضمان إفادة الجميع منها، وتوخي العدالة في التوازن التجاري العالمي بمنح براءات اختراع لتشجيع الابتكارات التقنية في هذا المجال، على ألا تكون هذه براءات استحواذ تمنع انتشار الاكتشافات الجديدة.

ويجدر التنويه بأنه في حال مضي الشركات والمؤسسات التقنية الحيوية العالمية العملاقة قدما في تسجيل حقوق الملكية الفردية لمصلحتها على جميع جينات النباتات والأمراض البشرية عند تحديدها، فإن ذلك سيحد من فعالية التطورات التقنية في علاج الأمراض أو الكشف عنها أو علاجها نتيجة للحد من استخدام الثروات الطبيعية في إنتاج تقنيات وأدوية مبتكرة بسبب عدم السماح للآخرين باستخدام أي تقنيات أو فحوصات لها علاقة بتلك الجينات أو تطويرها، مما يؤدي إلى ارتفاع كلفة الفحوصات الطبية، وارتفاع أسعار العقاقير والأدوية نتيجة ارتفاع الرسوم المستوجبة تجاه براءة الاختراع والملكية الفكرية، فضلا عن المضاعفات في الجوانب الصحية والاقتصادية والاجتماعية والأخلاقية التي ستنجم عن إخضاع الحياة البشرية لاقتصاد السوق، والتي لا مجال لبحثها في هذه الورقة.

أما بالنسبة للاستنساخ البشري التكاثري ولكون الأهداف المتوخاة منه ليست مبررة، فإن تطبيقه على البشر في المرحلة الحالية سيكون مجردا من القيم الأخلاقية من حيث الظروف العلمية والصحية، إذ ليس هناك ضمان أكيد لإنتاج أفراد سليمين، حيث وجدت إعاقات مختلفة في الأفراد المستنسخين سابقا، ومثل هذه الإعاقات لم تخضع لدراسات موسعة لفهم أسسها وطرق التخلص منها لكون هذا النوع من تجارب الاستنساخ خاضعا لأمور مالية وتجارية أكثر منها للأمور العلمية. وما زال علم استنساخ الحيوان في بدايته وتخيم عليه الكثير من الأمور الغامضة(٥٥).

وبالقياس على ما ظهر من التجارب على الحيوان، فإن نسبة نجاح الاستنساخ ليست عملية ولا اقتصادية بالنسبة إلى تطبيقها على البشر. فقد تعطي المرأة في كل عملية استئصال للبويضات ما مجموعه خمس إلى عشر بويضات على الأكثر، وبناء على نتائج دوللي وغيرها فإنه لا بد من استخدام أربعين امرأة على الأقل للتبرع ببويضاتها للحصول على جنين واحد. وهذه المعلومات تعطي إنذارا بأن هذه العملية غير سليمة علميا وطبيا، وبالتالي فهي مجردة من البعد الأخلاقي ويجب عدم تطبيقها على البشر(٥٥).

وتبين المراحل التاريخية للتطور التقني في البلدان المتقدمة بأنه كان لحكومات تلك الدول دور أساسي في المجالات المرتبطة بتلك التقنيات. كما أن حكومات تلك الدول قد أخذت على عاتقها إنشاء المؤسسات العلمية والتكنولوجية إضافة إلى توفير المناخ التنظيمي والإداري لدعم التطور التقني والتنسيق بين الدول المختلفة في مجال التشريعات لتلك المجالات العلمية والتقنية(٥٦).

وفي هذا السياق، قامت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية بدور أكبر في تشجيع صناعاتها المرتبطة بالتقنيات الحيوية؛ فإضافة لقيامها بتمويل معظم نشاطات البحث العلمي والتطبيقات التقنية، المرتبطة بالتقنيات الحيوية فقد قامت بوضع التشريعات اللازمة لتشجيع الاستثمار فيها، كما ساهمت في التأثير في تسويقها عالميا من خلال بعض المنظمات الدولية، مثل منظمة التجارة الدولية، وبالترويج لها في دول العالم أجمع عن طريق مؤتمرات عالمية كما فعلت في العام ٢٠٠٣ حين نظمت مؤتمرا في كاليفورنيا، جمعت فيه رؤساء حكومات أكثر من مائة دولة من الدول النامية ليستمعوا إلى الباحثين وممثلي الشركات التي تعمل في مجالات التقنيات الحيوية لإقناعهم بأن الأغذية المعدلة وراثيا هي الحل المنطقي للجوع في العالم(٣٧).

وفي هذا السياق أيضا، تقوم المؤسسات الاقتصادية العالمية أيضا بالتخطيط لتشجيع الابتكارات والاستثمار في مجالات التقنيات الحيوية المختلفة. فقد تبنت دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD برنامجا عالميا (International Future Program) لعامي ٢٠٠٥ و٢٠٠٦ يضم مشاركين أعضاء من الحكومات والصناعات والجامعات والمراكز الأكاديمية للتخطيط من أجل وضع للعقود الثلاثة القادمة، ولتحديد قدرة تأثير تلك الإبداعات والتطبيقات في الاقتصاد في دولهم ومجتمعاتهم، ومن ثم نشرها بهدف توسيع فوائدها الاجتماعية والاقتصادية في بلدانهم وبقية بلدان العالم(٥٧).

ولأن ثورة التقنيات الحيوية قد شكلت أحد أهم طرق الثورة الإنتاجية في العالم، فلا بد للبلدان النامية، التي ترغب في استخدام تلك التقنيات كأداة للتنمية، من تخصيص الموارد وتعبئتها من أجل تطور العلم والتكنولوجيا على وجه التحديد حتى تتمكن التقنيات الحيوية من المساهمة في تحقيق الأهداف الاجتماعية والاقتصادية للتنمية، التي تشتمل على نمو الدخل الفردي، والتوزيع العادل للفوائد الناتجة عن هذه التقنيات.

هوامش البحث

1 الزنط أ. ع. البناء التكنولوجي للبلدان النامية: النقل والنقل العكسي - البعد التكنولوجي في التنمية (١٩٩١)، المكتبة الأكاديمية، القاهرة.

2 آندرسون وعصر الجينات والإلكترونات (الإنسان المزيد وشبكة العالم أجمع) ترجمة د. أحمد مستجير، «سطور»، جمهورية مصر العربية.

3 ريفكن ج. قرن التقنية الحيوية: تسخير الجينات وإعادة تشكيل العالم (١٩٩٩)، ترجمة: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

4 Brooker, R.J. Genetics: Analysis and Principles (1996). Benjamin /Cummings, Melno Parl , California, U.S.A.

5 Primrose S.B. and Twyman R.M. (2003) Principles of Genome Analysis and Genomics. Blackwell Publishing UK.

6 Glick B.R. and Pasternak, Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA (1994). ASM Press, Washington DC.

7 Love J. The cloning of Dolly. www.synapses.co.uk/science/clone.html.

8 Smith J. E. Biotechnology (1996). Cambridge University Press.

9 Snyder B. The transforming power of medical biotechnology, eJournal USA: Economic perspectives, October 2005.

10 Brooks, G. Biotechnology in Healthcare: An Introduction to Biopharmaceuticals (1989) Pharmaceutical Press, London.

11 The National Academy of Sciences, Board of life Sciences. Scieitific and Medical Aspects of Human Reproductive Cloning (2002) Committee on Science, Engineering and Public Policy (COSEPUP). Online at www.nap.edu/openbook .

12 هابرمان أ. التقنية الحيوية ومستقبل العقاقير الدوائية في «التقنية الحيوية ومستقبل المجتمعات البشرية: التحديات والفرص. ص٢٥٧ - ٢٨٠، ترجمة مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة (٢٠٠٤).

13 Shand H. Gene Giants: Understanding the "Life Industry". In: Redesigning Life? The Worldwide Challenge to Genetic Engineering. Toker, B. (ed.), London and New York: Zed Books.

14 Collins F.S., Green E.D. (2003), Guttmacher A.E., Guyer M.S. A vision for the future of genomics research. Nature 422: 835-847.

15 The threshold challenge of the new human genetic Technologies. Center for Genetics and Society. http://www.genetics-and society.org/overview/threshold.html.

16 Seline R., Friedman Y., Merson R. Global Hubs and Global Nodes of Biotechnology: an introduction scan of biotechnology strategies, initiatives and institutional capacity, 2005, Global Bioeconomy Consulting, LLC. Washington DC.

17 كاكو. م.، التطورات في مجال التقنية الحيوية. في «التقنية الحيوية ومستقبل المجتمعات البشرية: التحديات والفرص. الطبعة الأولى ٢٠٠٤، ترجمة مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

18 Human Genome Project. www.ornl.gov/TechResources/Human_Genome/home.html.

19 Guttmacher A.E., Collins F.S. Welcome to the genomic era. The New England Journal of Medicine 349 (10): 996-998, 2003.

20 ستوك. ج.، التقنية الحيوية ومستقبل الطب. في «التقنية الحيوية ومستقبل المجتمعات البشرية: التحديات والفرص (٢٠٠٤). ترجمة: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

21 جرين. أ. الاستثمار في صناعة التقنية الحيوية: في «التقنية الحيوية ومستقبل المجتمعات البشرية: التحديات والفرص» (٢٠٠٤)، ترجمة مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، ص١٩٧ - ٢١٠، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

22 Biotechnology for sustainable growth and development. Meeting of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) for science and technological policy at ministerial level. January 2004.

23 Linder U.M., Laboratories in the post-genomic era. The Pitsburg Conference. Pittcon 2001-The Voyage of Discovery. http://www.ewalab.com/PDF/postgeno.pdf.

24 الخلف م.، العصر الجينومي: إستراتيجيات المستقبل البشري (٢٠٠٣) سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

25 Thompson J., Yucei M. K. and Duca J. V. (2001) Economic impact of Biotechnology. Southwest Economy, Issue 2March/April 2002,Federal Reserve Bank of Dallas.

26 World Health Organisation, Human Genetic Technologies: Implications for Preventive Health Care: A report for WHO by Gene Watch UK, WHO (Human Genetics Programme) Geneva, 2002.

27 Ferrara J. (2001) Paving the Way for Biotechnology: Federal Regulations and Industry PR. In: Redesigning life? The Worldwide Challege to Genetic Engineering. Brian Toker, B.(ed), London and New York: Zed Books.

28 Chaturvedi S. (2005) Dynamics of biotechnology research and industry in india: statistics, perspectives and key policy issues. Directorate for Science, Technology And Industry (STI) working paper 2005/6, Organisation for Economic Co-operation and Development .

29 Halperin A. (2oo6) Five for the Money: Biotech Bets for the Fearless http:// www.Business Week Online.

30 Pollack A. Hoping a Small Sample May Signal a Cure.http://www.nytimes.com/2006/02/07/business/07place.html.

31 Pollack A. and Berenson. U.S. Regulators Approve Insulin in Inhaled Form. http://www.nytimes.com/2006/01/28/health/28diabetes.html.

32 Academic Search Premier, Pfizer deal highlightsgrowing value of biotech companies, USA Today, 07347456, Jun 17, 2005.

33 Campbell A. C. and Heyer J. (2002) Discovering Genomics, Proteomics and Bioinformatics Benjamin Cummings. San Francisco, Boston and New York.

34 White M., (2006) Medication Nation, The Ecologist; 35 (10), 50-54.

35 Sexton, S. Public health or private wealth? The Corner House-Ethics or Economics? File://A:\ Ethics or Economics.htm.

36 Blaustein, R. J. Review: The state of food and agriculture: Agricultural biotechnology: Meeting the needs of the poor (2005) 21, 1-3. (FAO Agriculture Series, no. 35).

37 FAO {Food and Agriculture organization of the United Nations] (2004) The State of Food and Agriculture: Agricultural Biotechnology: Meeting the needs of the poor. Rome: FAO.

38 FAO {Food and Agriculture organization of the United Nations]. Monitoring the Environmental Effects of GM Crops: FAO Expert Recommends Guidelines and Methodologies. Rome: FAO Newsroom. [www.fao.org/newsroom/en/news/2005/89259/index.html].

39 The Spectrum of malnutrition.- http://www.fao.org/worldfoodsunnit/english/fsheets/ malnutrition.pdf.

40 Nuffield Council on Bioethics (2004) The use of genetically modified crops in developing countries> Follow-up Discussion Paper. http://www.nuffieldbioethics.org/go/ourwork/gmcrops/ page%5f218.html.

41 Naoya, K. and Chern W. S. (2005) Willingness to pay for genetically modified food: Evidence from an auction experiment in Japan. Consumer Interest Annual: 51, 5-25.

42 McAfee, K. (2004) Geographies of risk and difference in crop genetic engineering Geographical Review: 94 (1) 80-106.

43 United States Requests Dispute Panel in WTO Challenge to EU Biotech Moratorium.http:// usinfo.state.gov/ei/Archive/2003/Dec/31-152803.html .

44 Pollack, A. World Trade Agency Rules for U.S. in biotech dispute. http://www.nytimes.com/ 2006/02/08/business/worldbusiness/08trade.html

45 Meller, P. Europe defends Stance on genetically altered foods. http://www.nytimes.com/2006/ 02/08/business/worldbusiness/09wto_web.html.

46 Taylor, J. M., European Scientists Reject EU Biotech Ban. http://www.heartland.org/ Article.cfm?artId=12395.

47 James, C. Global status of commercialized Biotech/GM Crops (2005). ISAAA Briefs No.34-2005. http://www.isaaa.org.

48 جولدبيرج. ر.، التقنية الحيوية والصناعة الزراعية في المستقبل. في «التقنية الحيوية ومستقبل المجتمعات البشرية: التحديات والفرص (٢٠٠٤). ترجمة: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

49 ريفكن. ج.، ما تعنيه التقنية الحيويةلمستقبل البشرية. في «التقنية الحيوية ومستقبل المجتمعات البشرية: التحديات والفرص (٢٠٠٤). ترجمة: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة.

50 Shiva, V. The neem tree - a case history of biopiracy http://www.twnside.org.sg/title/pir-ch.htm .

51 The Free Encyclopedia. http://en Wikipedia.org/wiki/biopiracy.

52 Gollin M. A. Biopiracy: Biodiversity of species. The Legal Perspective. http://www.actionbioscience.org/ biodiversity/gollin.html.

53 Dutfield. G., What is Biopiracy? International Expert Workshop on Access to Genetic Resources and Benefit Sharing. Identification of Outstanding ABS Issues: Access to GR and IPR. http://www.canmexworkshop.com/documents/papers/1.3.pdf.

54 Singh, S. Rampant Biopiracy of South's Biodiversity.http://www.twnside.org.sg/title/rampant.htm.

55 صادق م. الاستنساخ البشري والعلاجي مجلة «اليرموك»، ٢٠٠٢، العددان السادس والسبعون والسابع والسبعون، صفحة ٤ - ٧، جامعة اليرموك، الأردن. اليرموك.

56 CSD.4 Biotech Report Final (October 2005). http://www.uneca.org/csd/CSD4_Biotech_Report_Final.htm.

57 The Bioeconomy To 2030: Designing A Policy Agenda http://www.oecd.org/dataoecd/13/58/36165231.pdf.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

الإطار الأخلاقي لأبحاث الجينوم والهندسة الوراثية البشرية

د. إيهاب عبدالرحيم محمد(*)

١ - تمهيد:

قبل أن نبدأ بتناول الجانب الأخلاقي للجينوم، حري بنا أن نعرّف هذا الجينوم، أو المجين Genome؛ وهو كامل الحمض الريبي النووي المنزوع الأكسجين (أو الدنا اختصارا DNA) [١] في كائن حي معين، بما فيه جيناته Genes. وتحمل تلك الجينات (المورثات) جميع البروتينات اللازمة لجميع الكائنات الحية.

وبدورها تحدد هذه البروتينات، ضمن أشياء أخرى، كيف يبدو شكل الكائن الحي، وكيف يستقلب Metabolize جسمه الطعام أو يقاوم العدوى، وأحيانا يحدد حتى الطريقة التي يتصرف بها[٢]. وبناء على هذا التعريف الضروري، يصبح مجال دراستنا هذه أشمل من مشروع الجينوم البشري الذي تم الانتهاء منه عام ٢٠٠٣، فيشمل - بالإضافة إلى ذلك المشروع العملاق - عددا من المجالات التي سنحاول في هذا البحث دراسة جوانبها الإيجابية والسلبية وخصوصا ضمن الإطار الأخلاقي، وهو مصب اهتمامنا هنا. وتتضمن تلك المجالات: الاختبارات الوراثية (التنبؤية والتشخيصية)، لحملة الأمراض الوراثية، التحري الوراثي (لعموم السكان وفي مجالات العمل، والتشخيص قبل الولادة)؛ والمعالجة الجينية للأمراض الوراثية، أو تحسين الخلال غير المرضية؛ والمعالجات (أدوية جديدة أو غيرها من المعالجات التي تستهدف بصورة نوعية تلك الجينات المسببة للأمراض)؛ والاستنساخ

(*) رئيس قسم التأليف والترجمة بمركز تعريب العلوم الصحية (الكويت)، وعضو لجنة الأخلاقيات الطبية بالجمعية شرق المتوسطية للمحررين الطبيين EMAME.

(الاستنساخ التناسلي واستنساخ الخلايا الجذعية، وقطع الغيار البشرية)، بالإضافة إلى محاولة الإجابة عن بعض الأسئلة الملحة ذات الصلة الوثيقة بالموضوع؛ مثل: من يمتلك جيناتنا؟ وهل يحق لأحد تسجيل براءات اختراع لتلك الجينات؟ كيف ستستخدم المعلومات الجينية ونتائج الاختبارات الوراثية[٣]؟ هل يحق للجميع الحصول على الفوائد التي تعدنا بها ثورة الجينات؟ وماذا لم لو تم «التمييز» بين البشر على أسس وراثية؟ وذلك السؤال الأخير يجرنا لحديث ذي شجون عن تاريخ ومستقبل التحسين الوراثي أو اليوجينيا، وله جانب أخلاقي مهم سنتطرق إليه أيضا. ومن المهم أن نوضح هنا أنه لكي نتطرق إلى الجوانب الأخلاقية لكل هذه المستجدات، فإننا سنحتاج إلى ذكر نبذة علمية مختصرة عن كل منها كمدخل للطرح الأخلاقي للموضوع.

مداخل الجدل الأخلاقي

للمشاركة في الجدل الأخلاقي حول أبحاث الوراثة البشرية، علينا أولا:

١- أن نسأل أنفسنا: لماذا تطرح علوم الوراثة Genetics تساؤلات أخلاقية؟

٢- أن نتدبر ونطبق المبادئ الأساسية للأخلاقيات الطبية.

٣- أن نطوّر إستراتيجيات سليمة لطرح آرائنا.

لماذا تطرح علوم الوراثة تساؤلات أخلاقية؟

إن المعلومات الوراثية، بصورة عامة، لا تختلف بصورة جذرية عن غيرها من المعلومات الطبية؛ إلا أن لها خصائص مميزة لا تتوافر عادة في الأنواع الأخرى من المعلومات الطبية، مما يجعلها ذات طبيعة أخلاقية شائكة. وتشمل تلك الخصائص ما يلي:

- تأثيرها المباشر في بقية أفراد الأسرة.
- تأثيرها في الأزواج والقرارات المتعلقة بالإنجاب.
- إمكان التنبؤ بها Predictiveness (بالنسبة إلى الأمراض التي تظهر في مرحلة لا حقة من الحياة)، وفي الوقت نفسه عدم يقينيتها (بالنسبة إلى الجينات التي «تعرّض» الفرد فقط للإصابة بأمراض بعينها)[٤].
- مجالها: يمكن الحصول على مدى واسع من المعلومات من عينة صغيرة من نسيج الجسم، وبعض تلك المعلومات غير متوقع وغير مرغوب فيه. فكل خلية تحتوي على كل المعلومات الجينية لصاحبها، بما فيها المعلومات المتعلقة بجينات غير تلك المقصودة بالبحث أصلا. ويثير ذلك تساؤلات حول كيفية محافظتنا على الخصوصية الوراثية Genetic privacy للفرد بمجرد الحصول على عينة من جسمه.



٢ - المبادئ الأساسية للأخلاقيات الطبية

قبل أن نبدأ بعرض مبادئ الأخلاقيات الطبية Medical ethics، حري بنا أن نتساءل: ما هي الأخلاقيات؟... بصورة عامة، تحاول الأخلاقيات الإجابة عن التساؤلات الفلسفية العريضة بخصوص ما يتعين علينا فعله. وعلى رغم وجود نظريات أخلاقية متعددة تنطوي على قدر كبير من الاختلاف، فإن هناك قدرا كبيرا من الاتفاق حول المبادئ الرئيسية لغالبية تلك النظريات.

وتُتَّخَذ المواقف الأخلاقية عندما يكون المرء قد فكّر بصورة واعية في مضامين مبادئه الأخلاقية Morality، التي هي مجموعة من القواعد الأساسية التي توجه أفعالنا. وعندما نعلم سبب التزامنا بمجموعة من الدلائل الموجِّهة للأنشطة اليومية، والتي كثيرا ما تتم بصورة غير واعية، نكون قد اتخذنا موقفا أخلاقيا.

وعلى رغم الخلافات بين الفلاسفة فيما يتعلق بالنظرية الأخلاقية المجردة Abstract moral theory، وعلى رغم الاختلافات بين الناس عموما حول قضايا مثل الإجهاض، فإن هناك - في الحقيقة - مجالا من الاتفاق حول تلك الأشياء المهمة من الناحية الأخلاقية، والتي كثيرا ما يطلق عليها اسم المبادئ الأساسية لعلم الأخلاق.

تمتلك تكنولوجيا الجينات Gene technology إمكانات هائلة لتحسين سبل المعالجة والوقاية من الأمراض التي تصيب البشر. لكنها، من الناحية الأخرى، تمتلك إمكان التسبب بأذى عظيم. ولذلك فالسؤال الأخلاقي الأهم هنا هو: كيف يمكننا الموازنة بين الفوائد المرجوة والمخاطر المحتملة لتلك التقنيات؟ والإجابة هي بتطبيق بعض المبادئ الأساسية للأخلاقيات الطبية Medical ethics.

كثيرا ما تُشرَح الأخلاقيات الطبية على أساس أنها «قديمة» أو «حديثة»[٥]؛ فكانت الأخلاقيات الطبية القديمة في الأساس عبارة عن قائمة بالمسموحات والمحظورات على الطبيب، والمبنية على الهيئات المهنية الطبية التي تحدد كل منها أخلاقيات الممارسة الخاصة بها. وكان المبدأ الأخلاقي الرئيسي هنا هو منفعة المريض؛ فما دام الطبيب يخدم المريض، يُسمح له (أو لها) أن يخدع المريض، أو يُكرهه على تناول دواء أو علاج معيّن، أو - بصورة أكثر عمومية - أن يتصرف معه بصورة أبوية Paternalistic[٦]؛ فعلى سبيل المثال، يبدأ قَسَم أبقراط Hippocratic Oath بالتعهد بالولاء والإخلاص لبقية العاملين في المجال نفسه (زملاء المهنة)، لأن ذلك القسم كان قد وضع من أجل مجموعة طبية دينية يربطها نوع من الطقوس؛ أما فيما يختص بعلاقة الطبيب بالمجتمع فهي غير مذكورة. فهل يمكن أن نشكل سلوك الطبيب بناء على علاقته ببقية زملائه، ونغفل علاقته الإنسانية بالمجتمع؟ إن القسم يعطي للطبيب نوعا من السلطة الأبوية المطلقة، فهو يهتم بما هو مفيد - من وجهة نظر الطبيب - دون الالتفات

إلى رغبات المريض نفسه وموافقته على استخدام أو الامتناع عن علاج معين، مما يعطي انطباعا بأن مهمة الطبيب هي البحث عن مصلحتنا. وعلى الرغم من أن الكثير من الأطباء والمرضى يسعدون بمثل هذا الموقف فإنه مرفوض في هذا العصر، وخاصة بعد ظهور حركة حقوق المريض(٧). أما الأخلاقيات الطبية الحديثة، فيُفكَّر فيها بصورة مختلفة - كدراسة فلسفية للمبادئ المستبطنة لها. وفي الوقت الحالي، يعمل عدد أكبر من المختصين - بمن فيهم غير الأطباء - على وضع المعايير الأخلاقية، التي لا تتعدى مصلحة المريض أو منفعته كونها واحدا ضمن مبادئ أخلاقية متنافسة أخرى. وسنحاول فيما يلي التعرض لكل من تلك المبادئ بالتفصيل من حيث علاقتها بالوراثة البشرية(٨):

١ - المنفعة Beneficience: وهي فعل ما فيه الخير لمصلحة المريض. والسؤال هنا هو: هل نحن نتصرف من أجل تحقيق أفضل مصلحة للفرد (المريض)؟

والمعنى العادي لهذا المبدأ هو ضرورة أن تكون الرعاية الصحية ذات منفعة للمريض، إضافة إلى اتخاذ خطوات إيجابية لإزالة الضرر عن كاهله. ويُنظر إلى هذه الواجبات باعتبارها أمورا بدهية، كما أنها مقبولة على نطاق واسع كأهداف سليمة لمهنة الطب. وتطبّق هذه الأهداف على كل من المريض الفرد، ومصلحة المجتمع ككل؛ فعلى سبيل المثال، تعد الصحة الجيدة لمريض بعينه هدفا طبيا مهما، كما أن مكافحة الأمراض عامة والوقاية من الأمراض الوراثية خاصة، من خلال الأبحاث وتطبيق اللقاحات، محققة للهدف نفسه بعد توسيع نطاقه ليشمل المجتمع ككل. وعلى رغم أن تلك الأبحاث قد تنطوي على مخاطر، فإن الواضح أن درجة المخاطرة التي يمكن اعتبارها معقولة تزداد بازدياد شدة Severity الحالة الوراثية التي يراد تحسينها. فعلى سبيل المثال، من الممكن أن نحظى بموافقة واسعة إذا حاولنا تجربة معالجات جديدة تكتنف المعالجة الجينية لسرطان القولون المهدد للحياة، ولكننا لن نحصل على درجة الموافقة نفسها إذا حاولنا تجريب المعالجة بالجينات لمرض جلدي مزعج، لكنه غير مهدد للحياة.

٢ - عدم إلحاق الأذى Non-maleficience: يتطلب منا هذا المبدأ ألا نقوم بالتسبب في ضرر أو أذى للمريض، سواء عمدا أو نتيجة للإهمال. وبصورة مبسطة، فنحن نعتبر أنه من قبيل الإهمال Negligence أن يقوم إنسان بتعريض إنسان آخر للخطر بصورة غير مبررة أو من دون داع. وتدعم المعايير الأخلاقية والقانونية للمجتمع تطبيق معيار سليم للرعاية مبني على تجنب خطر إلحاق الأذى بالبشر أو تقليله إلى الحد الأدنى. وفي النموذج المهني للرعاية، يصبح الشخص مسؤولا أدبيا وقانونيا إذا فشل في الوصول إلى معايير الرعاية السليمة. وعلى رغم أنه من الواضح أن الأخطاء الطبية تقع بالفعل، فإن هذا المبدأ ينم عن التزام مبدئي من قبل مقدمي الرعاية الصحية بحماية مرضاهم وإبعاد الأذى عنهم.

٣ - احترام الاستقلالية الفردية Respect for individual autonomy : أي حفظ حق الفرد في التحكم في الرعاية الصحية الخاصة به، والبُعد عن الإكراه. والسؤال البدهي هنا هو: هل تمت المحافظة على حرية الاختيار والموافقة المستنيرة بالنسبة إلى جميع الأفراد الذين شملتهم تطبيقات المعرفة الجينية؟ وهل ستحسن أم ستقلل المعرفة الجينية من قدرة الناس على التخطيط لحياتهم والتحكم فيها؟

تفترض أي فكرة حول اتخاذ القرارات الأخلاقية أن المشمولين في عملية اتخاذ قرارات مطلعة واختيارية هم أشخاص عقلاء. وفي القرارات المتعلقة بالرعاية الصحية، يعني احترامنا لاستقلالية المريض أنه يمتلك القدرة على القيام بأفعال بمحض إرادته، وعن وعي وفهم للأمور، ومن دون تأثيرات خارجية قد تتحكم في اتخاذه للقرار الحر والإرادي للفعل. وهذا المبدأ بالذات هو أساس ممارسة «الموافقة المستنيرة» Informed consent في علاقة الطبيب بالمريض فيما يتعلق بالرعاية الصحية[٩].

٤ - المساواة والعدل Equity and justice: ويعني ضمان كون جميع الأفراد يعاملون بالمساواة والعدل، ولكن هل تتوافر المساواة لجميع أفراد المجتمع، بغض النظر عن الجنس، والعِرق، والدين، والحالة الاقتصادية، في الوصول إلى التقنيات الجينية التي من شأنها أن تحسن من جودة وطول الحياة؟ وهل هناك تخصيص عادل ومبرَّر للموارد المتاحة؟ وهل هناك ثمة سبيل لضمان عدم التفريق بين أي منهم على أي أساس كان؟ وهل يتعين على الدول المتقدمة إنفاق الملايين لتطوير معالجة جينية لمعالجة من يعانون من مرض وراثي نادر، في حين يمكن استخدام تلك الأموال نفسها في الوقاية من الأمراض المُعدية التي تفتك بالملايين في البلدان النامية؟

ويمكن تطبيق المبادئ السابقة على جميع أوجه الممارسة الطبية، بما فيها الوراثة الطبية Medical genetics؛ فهي تمثل دليلا على ما هو مهم من الناحية الأخلاقية، كما تزودنا بإطار مفاهيمي لمناقشة القضايا الأخلاقية، ولكنها لا تمثل دلائل قاطعة لا يمكن تغييرها؛ ففي الوراثة، كما هي الحال في بقية أفرع الممارسة الطبية، تكون عملية اتخاذ القرارات الأخلاقية معقدة وتحتاج إلى موازنة دقيقة للأمور، تستوجب أخذ الكثير منها بعين الاعتبار.

وباختصار، فعندما نقوم بتحليل قضايا الاكتشافات المتعلقة بالوراثة البشرية، علينا أن نطرح السؤالين التاليين:

من سيتأثر بها؟

- الأفراد، أفراد الأسرة، الأزواج، الأطفال المستقبليون، والمجتمع ككل؛

وكيف سيتأثرون بها؟

١ - هل تزيد الفوائد المرجوة على المخاطر المحتملة؟ وهنا علينا أن نضع في اعتبارنا ليس فقط التأثيرات الصحية الآنية، بل القضايا المرتبطة بالقانون، والتأمينات الصحية والاجتماعية، والتوظيف، والتفرقة، على نطاق أوسع.

٢ - هل هناك ضمان لحماية حقوق الآخرين؟ هل يتمتع هؤلاء بالحرية أو الاستقلالية لاتخاذ قراراتهم أو اختياراتهم الشخصية؟ هل تم تزويدهم بالمعلومات الكافية لتمكينهم من ذلك؟ وهل تمت حماية خصوصيتهم؟

٣ - الجينوم البشري - مقدمة

تخيل أن تهبط يوما على الأرض مركبة من الفضاء فيها الملايين من قصاصات الورق المجعدة وتغطيها نصوص مكتوبة بلغة غير مفهومة. وتخيل أن تُكلف أفضل العقول المفكرة مهمة تفسير هذه الرموز، فتستغرق هذه المهمة ١٠سنوات؛ لكن ترتيب هذه الأوراق تُرجمت إلى لغة مقروءة وصُنِفت ونُشِرت في كتاب ضخم يستلزم ٤٠ سنة إضافية. وهكذا، إلى أن تكتمل هذه المهمة، أخيرا، ونجلس لقراءة ذلك الكتاب من أوله إلى آخره. يحتوي هذا الكتاب على قصص عن ماضي الجنس البشري وحاضره ومستقبله، بدءا بأصول الحياة، ووصولا إلى وصفة لعلاج مرض السرطان... يا لها من قصة خيالية مستبعدة الحدوث. لكن هذا هو تماما ما حدث أخيرا... فبعد ٥٠ عاما من التحضير، يمكننا فجأة أن نقرأ قصة الجينات البشرية كاملة... ألا وهي الجينوم. وضمن هذا السياق، يمكن في المستقبل القريب أن تجلس الأم التي ولدت حديثا تتأمل مولودها الرضيع، وتبدأ في التحقق من سلامة جسده الضئيل: ذراعان، رجلان، قدمان، عشرة أصابع في كل من اليدين والقدمين، ٤٦ كروموسوما، ٣٠ ألف جين، ٣,٢ بليون كيلو قاعدة[١٠].

ومشروع الجينوم البشري Human Genome Project (HGP) هو مشروع بحثي بُدئ العمل به رسميا في عام ١٩٩٠، وقد كان من المخطط له أن يستغرق ١٥ عاما، لكن التطورات التكنولوجية أدت إلى تسريع العمل به حتى انتهى قبل الموعد المحدد له. ففي الرابع عشر من أبريل، أُعلن عن الانتهاء من المشروع بدقة تبلغ ٩٩,٩٩٪ قبل سنتين من الموعد المتوقع، بحيث توافق ذلك الموعد مع الذكرى الخمسين لاكتشاف واطسون Watson وكريك Crick لبنية الحلزون المزدوج للدنا[١١].

وقد بدأ المشروع في الولايات المتحدة كجهد مشترك بين وزارة الطاقة Department of Energy (DOE)، والمعاهد الوطنية للصحة NIH. وقد تمثلت الأهداف المعلنة للمشروع فيما يلي:

- التعرف على الجينات التي يحتوي عليها الدنا DNA البشري، وعددها ١٠٠ ألف جين تقريبا[١٢].
- تحديد متوالية Sequence القواعد الكيميائية التي تكون الدنا DNA البشري وعددها ٣ بلايين.
- تخزين هذه المعلومات على قواعد للبيانات Databases.

- تطوير الأدوات اللازمة لتحليل البيانات.
- دراسة القضايا الأخلاقية، والقانونية، والاجتماعية التي قد تنتج عن المشروع (وهي من الخصائص التي تميز مشروع الجينوم البشري الأمريكي عن غيره من المشاريع المشابهة في جميع أنحاء العالم).

ومع اكتشافنا لغوامض ومكونات الجينوم البشري، يزداد وضوح كون العديد من الأمراض التي نصاب بها نحن البشر، وحتى استجاباتنا للعوامل المُعدية، تتأثر بصورة كبيرة بتركيبتنا الجينية. ومن هنا يمكننا الاستنتاج أن هذه المعرفة المتنامية تمتلك إمكانية طبية هائلة لتحسين كل من نوعية، وطول الحياة البشرية.

وأول هذه المجالات تأثيرا في المجتمع ستكون تلك القضايا المتعلقة بالاختبارات الجينية Genetic testing؛ فقد طُورت بالفعل التقنيات اللازمة لتفسير وظائف العديد من الجينات البشرية. وعلى أي حال، فقد لا يكون الاستخدام الواسع النطاق للمعالجة الجينية والاستنساخ[١٣] بعيدا عنا كثيرا، وبالتالي فإن القضايا المتعلقة بهما تحتل اليوم بالفعل موقعا متميزا من اهتمامات المجتمع العلمي.

١ - ٣ : الفوائد المرجوة من دراسة الجينوم[١٤]

يتيح مشروع الجينوم البشري فوائد جمة للبشرية، يمكننا توقع بعضها بينما سنفاجأ بالبعض الآخر. أما الفوائد المتوقعة للعلاج بالجينات فهائلة، ويمكن تلخيصها في عدة مجالات كالتالي:

- **الطب الجزيئي (Molecular medicine) :**
  - تحسين تشخيص الأمراض.
  - الاكتشاف المبكر للاستعداد للإصابة بالأمراض الوراثية.
  - المعالجة بالجينات وأنظمة التحكم بالأدوية.
  - علم جينوميات الأدوية Pharmacogenomics؛ لتصميم أدوية تستهدف أمراضا وراثية بعينها[١٥].

- **الجينوميات الجرثومية Microbial genomics :**
  - مصادر جديدة للطاقة (الوقود الحيوي Biofuels).
  - مراقبة البيئة لاكتشاف الملوثات.
  - الوقاية من الحرب البيولوجية والكيميائية.
  - التخلص من النفايات السامة بطرق مأمونة وفعالة في الوقت نفسه.
  - فهم القابلية للتعرض للأمراض والكشف عن الأهداف الحيوية التي يجب أن تستهدفها الأدوية الجديدة.

● **تقييم المخاطر Risk assessment :**

– تقييم الضرر الصحي والمخاطر الناتجة عن التعرض للإشعاع، بما فيها التعرض لجرعات إشعاعية منخفضة.

– تقييم الضرر الصحي والمخاطر الناتجة عن التعرض للكيماويات المطفرة Mutagenic chemicals والسموم المسببة للسرطان.

– تقليل احتمالية التعرض للطفرات الوراثية.

● **الدراسات السكانية والأنثروبولوجية :**

– دراسة التطور عبر طفرات الطريق الجنسي Germline في السلالات البشرية المختلفة.

– دراسة أنماط هجرة المجموعات السكانية المختلفة استنادا إلى التوريث الجيني للإناث Female genetic inheritance.

– دراسة طفرات الكروموسوم «Y» لتتبع سلالات وأنماط هجرة الذكور[١٦].

● **استخدامات الدنا DNA في مجال الطب الشرعي :**

– التعرف على المشتبه بهم، ممن قد يطابق الدنا DNA الخاص بهم الأدلة الموجودة في مسرح الجريمة.

– تبرئة الأشخاص المتهمين بالخطأ في الجرائم.

– التحقق من علاقات البنوة وغيرها من قضايا النسب.

– التعرف على الأنواع الحية المهددة بالانقراض والمحمية كمساعدة لمسؤولي هيئات حماية الحياة البرية (ويمكن استخدامها في ملاحقة منتهكي قوانين حماية الحياة البرية).

– التعرف على البكتريا وغيرها من الجراثيم التي قد تلوث الهواء، أو الماء، أو التربة أو الغذاء.

– التحقق من التوافق النسيجي بين المتبرع والمتلقي في برامج زراعة الأعضاء.

٢ - ٣ : المخاطر المحتملة للأبحاث في مجالات الهندسة الوراثية

– عندما تصبح المنابلة الجينية Gene manipulation إجراء دقيقا، سيواجه الآباء المتوقعون بمجموعة واسعة من الاحتمالات. سيرغبون، بطبيعة الحال، في أن يتأكدوا خلال المرحلة الجنينية Embryo stage لنسلهم، من قيام المعالجين بالجينات بتصحيح أي مشكلات قد تنشأ بسبب وجود جينات معيبة. وقد يطلب الآباء أيضا من أولئك المعالجين رفع معدلات ذكاء أطفالهم؛ أو إضافة بضع بوصات إلى أطوالهم؛ أو منحهم قدرات رياضية متفوقة، أو شعرا مجعدا، وعيونا زرقاء، وبشرة متوافقة مع أحدث صرعة.

– من المرجح أن تكون احتمالات عملية التحويل الوراثي Genetic transformation واسعة، لكن ذلك سيكون متاحا فقط للآباء الأغنياء. ولن يكون الحصول على «الأطفال التفصيل»

Designer babies ميسور الكلفة بالنسبة إلى المواطنين العاديين. ومن الممكن أن يسبب وجود نوع خاص من الأشخاص الذين يفترض، منذ ولادتهم، أنهم «متفوقون»، مشكلات اجتماعية خطيرة؛ ويمكن أن تحظى المعالجة الوراثية بقبول عام أوسع إذا أمكن منع احتمال توافرها فقط كمعالجة مميزة للأغنياء وحدهم. ويتوقع فيليب كيتشر Kitcher، مؤلف الكتاب المعنون «حيوات قادمة: الثورة الوراثية والاحتمالات البشرية»، أن تلك الشكاوى المتعلقة بالعلاج بالجينات ستكون نادرة، إذا، حسب قوله: «ضمن المجتمع المستقبلي فرصا متساوية لكل مواطنيه (و) إذا اهتم أولا بالاحتياجات الصحية العاجلة قبل إيجاد الفرص لتحسين القدرات»[١٧].

- يجب علينا أيضا أن نضع في اعتبارنا تأثيرات الهندسة الوراثية في المجالات الاجتماعية والسياسية. ونظرا لأن الفوائد الطبية للهندسة الوراثية باهظة التكاليف، لن يتمكن فإن الأفراد الفقراء لن يتمكنوا، ولا الأمم الفقيرة من تحملها - على الأقل خلال السنوات القليلة القادمة. ونتيجة لذلك، فمن المرجح أن تتسع الفجوة الاقتصادية بين الأغنياء والفقراء.

- قد تؤثر قراءة الجينوم الخاص بكل إنسان في فرصه في التوظّف أو الحصول على التأمين الصحي، وخصوصا إذا كشفت تلك القراءة عن قابليته للإصابة بمرض قد يعيقه في مرحلة متأخرة من حياته، كالسرطان مثلا.

- على الصعيد النفسي والعلاقات الشخصية[١٨]، من المرجح أن الشخص حين يعرف أسرار جيناته سيعاني مرارة نفسية مستمرة قد لا تحمد عقباها، إذا تبينت قابليته للإصابة بمرض لا يرجى شفاؤه، وقد تؤثر تلك الحالة في علاقاته الشخصية، فقد يُرفض تزويجه أو قد يطلب أحد الزوجين الانفصال عن شريكه عند الاطلاع على جينومه إذا تبينت قابليته للإصابة بمرض معوّق.

٤ - القضايا الأخلاقية المتعلقة بأبحاث الجينوم والهندسة الوراثية البشرية

٤ - ١ : المضامين الأخلاقية للهندسة الوراثية البشرية

على الرغم من الفوائد المحتملة الكثيرة التي يمكن أن تجنيها البشرية من تقنيات الهندسة الوراثية البشرية، فإن هناك مخاوف وتساؤلات كثيرة تثيرها هذه التقنيات ؛فما هو مصير الأسرة، هل هذه المؤسسة ستحتفظ بمعناها وشكلها الحالي، أم أن المستقبل سيحمل صورة جديدة لأسرة مختلفة تماما؟ وإذا استطاع العلماء أن يختصروا مدة الحمل في أجهزة - خارج الرحم - فهل هذا يعني أن معنى الأمومة سيتغير؟ بمعنى آخر: ما هو مصير (مفهوم) الأمومة؟ ماذا سيحدث له؟ بل ماذا سيحدث لصورة الأنثى في المجتمعات التي نشأت منذ بداية وجود الإنسان على فكرة أن رسالتها الأساسية في الحياة هي حفظ وتنمية الجنس البشري؟ ثم ما هو مصير الطفل نفسه؟ هل ينتسب إلى الأم أم إلى الجهاز الذي نما فيه؟ وإذا أصبحت عملية الحصول على

طفل بهذه السهولة - كما يعتقد البعض - ألا يؤدي هذا إلى ظهور ما يسمى بـ «تجارة الرقيق»؟ وإن كنا سنشتري الأجنة الحية ونبيعها فهل نحن في الطريق إلى استحداث شكل جديد من أشكال العبودية؟ أضف إلى كل ذلك أن الإنسان في المستقبل لن ينظر إلى الأسرة كمؤسسة يضمن من خلالها استمرار وجوده بالإنجاب - فهو قادر على الحصول على ما يريد من خلال زيارته لأحد «متاجر الأجنة».

وأخيرا، فإن عملية كهذه ستمس أهم مفهوم ارتبط بالإنسان وجاهد للمحافظة عليه - أعني «قدسيته». فالإنسان كان من وجهة نظر كل الأديان أقدس المخلوقات؛ ولذلك تعتبر حياته أقدس من أن تسلب أو تتعرض للعبث فهل سيحدث ذلك الآن؟ ألن يتغير معنى القدسية بدخولنا في عصر الهندسة الوراثية والتكنولوجيا البيولوجية؟

لقد قدمت الهندسة الوراثية بعض الحلول التي لم يكن من السهل الوصول إليها من قبل ولكن هناك مخاطر لابد أن توضع في الاعتبار... فما الذي يمكن أن يحدث لو أن العلماء توصلوا إلى نتائج خاطئة أدت إلى تشكيل مخلوق لا يمكن التخلص منه أو أن جرثومة خطرة خرجت من المختبر وتكاثرت بسرعة وأدت إلى نشر وباء في العالم يمكن أن يقضي على البشرية كلها؟ ثم إلى أي حد يمكن أن يصل العلماء في كشفهم عن أسرار الحياة البشرية؟هل يمكن مثلا تخليق الحياة نفسها؟ ومن هو الشخص أو المؤسسة التي لها الحق في تقرير ما إذا كانت تجارب العلماء آمنة أو تحمل طابعا أخلاقيا؟ وإلى أي حد يمكن لتلاعبنا بالجينات وتحكمنا فيها أن يؤثر في نظرتنا لأنفسنا وموقعنا في هذا الكون؟

لقد وجد الإنسان نفسه يتحول إلى مجرد مجموعة من رموز وراثية يمكن عن طريق حلها معرفة تكوينه الوراثي ومن ثم السيطرة عليه. وهذا يعنى أن قدسية حياته وأسرارها أصبحت عرضة لأن تنتهك. وهنا سيطرت عليه فكرة أثارت الرعب عند الكثيرين من المعارضين، وهي أنه يمكن تخليق أو خلق الإنسان، وبالتالي ندخل في المنطقة المحرمة دينيا. ثم إن مصيره ومصير الأجيال القادمة أصبح في يد العلماء...فهل يمكن أن نسمح باستمرار مثل هذه التجارب الوراثية أم أننا يجب أن نمنعها نهائيا؟ وهل الفوائد التي سنجنيها من هذا المجال تكفي لتبرير استمراره؟ أهي تعادل الأضرار المترتبة عليه؟ وهل من حقنا أن نحدد مصير الأجيال القادمة سواء بقبولنا لاستمرار التجارب أو منعنا لها؟[١٩]

٢ - ٤ : أخلاقيات الأبحاث المتعلقة بالوراثة البشرية

(أ) الموافقة المستنيرة Informed consent: يصف هذا المصطلح التزام الأطباء أو الباحثين بالسماح للمرضى (أو المشاركين في الأبحاث الوراثية) بأن يكونوا مساهمين نشطين فيما يتعلق بالرعاية التي يتلقونها أو المشاركة في الأبحاث[٢٠]. وبالتالي، فالموافقة المستنيرة تستمد جذورها من مفهوم الاختيار المستقل أو الحق في تقرير المصير.

والموافقة المستنيرة مطلوبة في جميع الأبحاث التي يحتمل أن يُربَط فيها - بصورة مباشرة أو غير مباشرة - بين البيانات الجينية والمشاركين في البحث.

وتذكر أدبيات الأخلاقيات الحيوية خمسة عناصر في تحليلها للموافقة المستنيرة[٢١]، وهي:

١ - الإفصاح Disclosure (عن المعلومات للمريض/المشارك).

٢ - الفهم Comprehension (من قبل المريض/ المشارك للمعلومات التي سيُكشَف عنها).

٣ - الأهلية Competence (قدرة المريض / المشارك على اتخاذ القرار).

٤ - الطوعية Voluntariness (قدرة المريض / المشارك على اتخاذ قراره بنفسه من دون إكراه).

٥ - الموافقة Consent (من قبل المريض / المشارك).

ويشمل «الإفصاح» فيما يتعلق بموافقة المريض/ المشارك، كلا من «توفير» المعلومات ذات الصلة بالبحث من قبل الطبيب و«فهم» المريض لتلك المعلومات، وكلاهما من المتطلبات الضرورية لصحة الموافقة.

ومن وجهة النظر الأخلاقية، يعد الإفصاح المتماشي مع المبدأين الأخلاقيين لاستقلالية المريض واحترام الأشخاص، مهما لكونه يشجع مشاركة المريض المستنيرة والفعالة في القرارات المتعلقة بالرعاية الصحية[٢٢]. وبالإضافة إلى ذلك، يشجع الإفصاح على إقامة علاقة مستمرة تسودها الثقة بين المريض وطبيبه المعالج[٢٣].

أما «الأهلية» فهي القدرة على فهم المعلومات المتعلقة بقرار ما، وعلى إدراك العواقب المعقولة المتوقعة لاتخاذ هذا القرار أو عدم اتخاذه. ويلاحظ أن تلك القدرة تقتصر على قرار واحد بعينه؛ فقد يكون الشخص قادرا على اتخاذ قراره بشأن محل سكنه، على سبيل المثال، لكنه غير قادر على اتخاذ قراره فيما يتعلق بتناول دواء أو المشاركة في بحث طبي.

واتساقا مع المبادئ الأخلاقية، يجب أن يُسمح للأشخاص المؤهلين باتخاذ قراراتهم المستنيرة. وعلى أي حال، فالمبدأ الأخلاقي القائل بعدم إلحاق الأذى يوجب على الطبيب حماية الأشخاص غير المؤهلين من اتخاذ القرارات التي من شأنها أن تعرضهم للأذى، أو تلك التي لم يكونوا ليتخذوها لو كانوا مؤهلين بدرجة كافية[٢٤].

أما «الطوعية»، فتشير إلى حق المريض في اتخاذ القرارات المتعلقة بعلاجه أو مشاركته في الأبحاث الجينية دون أن يتعرض لأي تأثيرات أو ضغوط داخلية أو خارجية من أي نوع. والضغوط الخارجية هي ما يهمنا هنا ضمن الإطار الأخلاقي، وتشمل قدرة الآخرين على فرض إرادتهم على المريض بالقوة، أو الإكراه، أو التلاعب[٢٥]. ومن المهم هنا التأكيد على أن مطلب الطوعية لا يعني ضمنا أنه يتعين على الطبيب الامتناع عن إقناع المريض بقبول النصيحة. ويتضمن «الإقناع» مخاطبة المريض بقدر عقله في محاولة لإقناعه بمميزات التوصية المطلوبة[٢٦].

وتنبع أهمية الطوعية من كونها متطلبا أخلاقيا لصحة القرار بالموافقة. وتستمد جذورها من العديد من المفاهيم الأخلاقية ذات الصلة، مثل الحرية، والاستقلالية، والقدرة على اتخاذ القرارات الشخصية[٢٧].

(ب) خصوصية المعلومات الوراثية[٢٨] Privacy of genetic information: إن الأفراد (أو الوالدين في حالة الأجنة والأطفال) الذين يخضعون للفحوص والتحريات الجينية ليسوا هم وحدهم من يهمهم الاطلاع على نتائج تلك الاختبارات؛ فأفراد الأسرة، والأزواج وأرباب العمل المحتملون، وشركات التأمين، ووسائل الإعلام (في حالة كون المفحوص شخصية عامة أو شهيرة) والحكومة، كلهم قد يرغبون في الحصول على معلومات بخصوص البنية الوراثية لشخص بعينه، كما أن اهتماماتهم قد لا تكون متعلقة بمصلحة هذا الفرد أصلا.

ومن هنا لابد أن نتساءل: إلى أي مدى يتعين على الفرد أن يحول دون وصول معلوماته الوراثية إلى أيدي الآخرين؟ ومن بين القضايا الأخلاقية التي تنشأ هنا قضية ما إن كان يحق للطبيب أو غيره من العاملين في مجال خدمات الاختبارات الوراثية أن يكشف عن نتائج تلك الاختبارات من دون علم المريض أو رغما عنه إلى طرف ثالث[٢٩].

والقاعدة الأخلاقية الأساسية هنا لا تختلف عن تلك المتبعة بخصوص البيانات الطبية عموما، وهي: لا يمكن الكشف عن البيانات الخصوصية المتعلقة بهوية المريض، من دون تفويض منه، سوى عندما يلزم حماية الآخرين من الأذى أو عندما يكون الكشف عن تلك المعلومات مفروضا بقوة القانون (مثل إبلاغ سلطات الصحة العامة بنتائج اختبارات فيروس العوز المناعي المكتسب «الإيدز»).

ويسعى كثير من الدول إلى إنشاء «بنوك للدنا» DNA Banks، تشمل عينات من الحمض النووي لجميع المشتبه بهم في القضايا الجنائية، وكذلك جميع المشاركين في برامج التحري الوراثي بغرض استخدامها في القضايا المتعلقة بالتعرف على الهوية في مجالات الطب الشرعي والبحث الجنائي. لكن أهم الاعتراضات الأخلاقية على التوسع في حفظ المعلومات الجينية للأفراد هو التهديد الذي يمثله ذلك لخصوصية الفرد المعني (بل ولخصوصية أفراد عائلته المقربين).

ويختلف حفظ عينات من الدنا للفرد عن حفظ بصمات أصابعه مثلا، فبصمات الأصابع لا تحمل سوى معلومات عن فرد واحد بعينه، وهو صاحبها، أما المعلومات التي تحتوي عليها عينة الدنا فهي أكثر حساسية؛ لأنها لا تتعلق بالشخص المعني فحسب، بل إن لها تأثيرا في أقاربه الذين يرتبط معهم بعلاقة دم[٣٠].

وفيما يتعلق بالحق في الخصوصية الجينية، من الممكن تحديد أربعة مكونات لذلك[٣١]، وهي:

١ - الحق في خصوصية المعلومات (التي تتضمن حقوقا فرعية فيما يتعلق بالسرية Confi-dentiality وعدم ذكر الاسم Anonymity).

٢ - حق الفرد في التحكم في الولوج الملموس إلى جسده.

٣ - الحق في التحكم الشخصي والانتقائي في استخدام الخدمات الوراثية.

٤ - الحق في المحافظة على الحقوق الحصرية فيما يتعلق بخصوصية جينات الفرد.

وقد جادل البعض بأن الدنا يشبه «دفتر يوميات مستقبليا» لأنفسنا (لأنه يحتوي على المعلومات المتعلقة بحالتنا الصحية الحاضرة والمستقبلية)، ولذا فإن حقنا في حمايته من «القراء» غير المرغوبين يعد أمرا حتميا من أجل المحافظة على سيطرتنا التامة والمستقلة على المعلومات الشخصية والحساسة لكل منا[٣٢].

وبالإضافة إلى المجادلات المتعلقة بتجميع عينات المادة الوراثية، التي قد يكون لها ما يبررها في حالات التحريات الجنائية، فإن هناك مخاوف أخلاقية أخرى متعلقة بالاحتفاظ بتلك العينات بعد انتهاء البحث أو التحقيق، فيرى العديد من الباحثين أن ذلك يمثل تهديدا خطيرا للخصوصية. وقد أوصت لجنة الوراثة البشرية HGC في المملكة المتحدة بضرورة إعدام العينات الموجودة حاليا في المختبرات التي قامت بتحليلها بناء على طلب الشرطة أو نقلها من ملكية الشرطة إلى مختبر مركزي يخضع لشروط معينة من حيث السرية والخصوصية. ويعتبر ذلك في نظر العديد من جماعات حقوق الإنسان خطوة مهمة في سبيل طمأنة الرأي العام من المخاوف المتعلقة بتلك الأبحاث، إلا أن البعض يرون أن قضية أمن وخصوصية البيانات الوراثية أقل أهمية من قضايا الخصوصية التي يثيرها أخذ تلك العينات والاحتفاظ بها من دون الحصول على الموافقة المستنيرة للأفراد المعنيين؛ فانتهاك الخصوصية لا يمكن تصحيحه بإنشاء أرشيفات دولية مأمونة للبيانات الوراثية، بل بالمحافظة والتأكيد على مبدأ الحق في خصوصية الجسم[٣٣].

٣ - ٤ : استزراع الأعضاء (قطع الغيار البشرية) وزرع أعضاء الحيوان في البشر:

لقد تقدمت العلوم الطبية كثيرا منذ أن أجريت أول عملية ناجحة لزرع الأعضاء البشرية في عام ١٩٥٤ . وتعتبر عمليات زرع القلب، والكلى، والكبد من العمليات شبه الروتينية حاليا، كما يزداد عدد عمليات زرع الأعضاء المتعددة في وقت واحد، مثل القلب والرئتين والكلى والبنكرياس. ولكن مع ازدياد عدد العمليات المجراة، يزداد أيضا عدد المرضى الذين ينتظرون دورهم في الحصول على أعضاء صالحة للتبرع؛ فهناك ما يزيد على ٦٠ ألف إنسان في جميع أنحاء العالم ممن يحتاجون إلى زراعة الأعضاء سنويا في المتوسط، غير أنه لا يتوافر سوى نحو ٣٤ ألف عضو للزرع، ويموت الكثير من أولئك المرضى في أثناء الانتظار.

هل تمثل قطع الغيار البشرية مستقبل الطب؟

يستمر السباق المحموم بين العلماء في جميع أنحاء العالم للحصول على طريقة لمنع المرضى من الوفاة نتيجة لفشل الأعضاء الحيوية بالجسم. وفي كل عام، تتوالى الاكتشافات المتعلقة باستزراع خلايا وأعضاء الجسم البشري. ويأمل العلماء في أن يأتي اليوم الذي يتمكنون فيه من «إنتاج» قطع غيار لجميع أعضاء الجسم البشري وبكميات كافية؛ فعلى سبيل المثال، في عام ١٩٩٧، لم يحصل سوى ٢٣٠٠ من أصل ٤٠ ألف من مرضى القلب في الولايات المتحدة على القلب الجديد الذي يحتاجون إليه.

ويأمل الباحثون في أن يتمكنوا من «توجيه» الخلايا الجذعية، بحيث تتحول إلى أعضاء محددة قابلة للزرع في أجسام المرضى. والمشكلة حتى يومنا هذا هي أنه لا أحد يدري كيف يمكن أن يتم عمل ذلك، وبالتالي فقد تكون الأعضاء البشرية المزروعة حلما بعيد المنال، على الأقل في الوقت الحالي. وتشير التجارب التي أجريت على الخلايا الجذعية للفئران إلى أنه إذا تم حُقِنت تلك الخلايا في أعضاء فئران أخرى، كالقلب على سبيل المثال، فستتمايز تلك الخلايا الجذعية إلى الخلايا الخاصة بذلك العضو، لكن ذلك أمر مختلف عن استزراع قلب كامل قابل للزرع في جسم المريض، كما أن ذلك قد لا يكون مفيدا من وجهة النظر الطبية.

على الرغم من كون عزل الخلايا الجذعية يعد فتحا علميا مهما، فإنه قد يستغرق تحقيق الخطوة التالية - وهو إعداد التعليمات والطرق اللازمة لتوجيه تلك الخلايا إلى التحول إلى أعضاء قابلة للزرع - سنوات عديدة. وحتى لو أصبح بالإمكان استزراع عضو بشري كامل، فقد تظل المشكلات المتعلقة برفض الجسم للعضو الغريب قائمة وبانتظار الحل.

وباستخدام كل ما يتوافر لديهم من معلومات، يتوقع الباحثون أننا سنتمكن في المستقبل من تصنيع كلية أو كبد أو قلب للمريض الذي يحتاج إلى أي منها. وقد تساعد عمليات تصنيع الأعضاء البشرية أيضا المصابين بالأمراض المزمنة مثل مرض الزهايمر (الخرف الشيخوخي)، ومرض باركنسون (الشلل الرعاش)، والداء السكري، وغيرها من الاضطرابات الوراثية. وتشمل التطورات المحتملة أيضا تجديد حيوية (Regeneration) بعض المفاصل، أو العظام، أو الجلد في مرضى الحروق.

وهناك العديد من المشكلات التي يتعين حلها قبل زرع عضو جديد في جسم المريض؛ وتكمن أهم الأولويات في توفير إمداد دموي لهذا العضو الجديد. وقد أجريت عدة أبحاث على أدوية جديدة لبحث تكون أوعية جديدة (Angiogenesis)، بحيث يحصل العضو الجديد على كفايته من الدم. وتتمثل المشكلة الثانية في أن العضو الجديد كثيرا ما يلفظه الجهاز المناعي للجسم، ويحاول العلماء التغلب على تلك المشكلة بطرق شتى، منها تعديل البنية الوراثية للخلايا المزروعة بحيث تتوافق مع الجهاز المناعي للجسم المستقبل.

استخدام الحيوانات كقطع غيار للإنسان:

يعتبر زرع الأعضاء البشرية، مثل القلب والرئتين والكبد والكلى، من متبرعين بشريين إلى مرضى من البشر أمرا مألوفا في عالم اليوم. ونتيجة لعدد من العوامل، تتباين معدلات البقاء على قيد الحياة لمدة ثلاث سنوات بعد عملية الزرع، لكنها تبلغ حاليا في المتوسط نحو ٧٥٪.

ولسوء الحظ، فنحن نعرف جميعا مدى ارتفاع الطلب وقلة المعروض على تلك الأعضاء الثمينة القابلة للزرع. وعلى الرغم من وجود الكثير من المتبرعين «المحتملين» بالأعضاء، الذين يزيد عددهم بكثير عن الحاجة الفعلية للأعضاء، فلا تزيد نسبة أولئك الذين يتوفون «بصحة جيدة» ممن أعدوا العدة للتبرع بأعضائهم بعد الوفاة لمساعدة الآخرين، على ٢٠٪. ويعد ذلك غريبا بالقياس إلى نتائج استطلاع الرأي الذي أجراه معهد جالوب (Gallup) في عام ١٩٩٣ لمعرفة توجهات الجمهور الأمريكي تجاه التبرع بالأعضاء. ويمكن إيجاز نتائج الاستطلاع كما يلي:

١ - ٨٥٪ ممن شملهم الاستطلاع يدعمون فكرة التبرع بالأعضاء للزرع.

٢ - ٦٩٪ يرغبون في، أو يحتمل أن يرغبوا في، التبرع بأعضائهم بعد الوفاة.

٣ - ٩٣٪ مستعدون للتبرع بأعضاء أقاربهم المتوفين إذا طلب منهم ذلك قبل الوفاة؛ بينما لا يوافق سوى ٤٧٪ إذا لم يناقش الأمر قبل الوفاة.

وعلى اعتبار ما سبق، نجد أن هناك مشكلة كبرى فيما يتعلق بتوافر الأعضاء البشرية للزرع، مما يستوجب على المجتمع الطبي التفكير جديا في استخدام الحيوانات كمصادر محتملة لقطع الغيار اللازمة للبشر. ومن دون التوقف لإجراء المزيد من التقييم للعيوب الجسيمة التي تنطوي عليها عمليات الزرع الغيري (Xenotransplantation)، وهي استخدام أعضاء حيوان ما للزرع في جسم فرد من نوع حي آخر، ومنها الإنسان، والمعضلات الأخلاقية التي تنطوي عليها هذه العمليات، والبدائل المتاحة، ودور الصناعات البيوتكنولوجية؛ ستظل تلك الفكرة منطلقة عمليا بسرعة مذهلة.

الجوانب الأخلاقية لنقل أعضاء الحيوان للإنسان:

على الرغم من أن الإنسان هو سيد هذا الكون، فإن هناك من يرى أنه لا يحق له استخدام الحيوانات في تجاربه العلمية من دون رقابة ولا ضوابط أخلاقية، فحتى الحيوانات مخلوقات لها صفات خاصة بها يجب احترامها والتعامل معها بصورة أخلاقية، والأمر كذلك بالنسبة إلى حيوانات المختبر وفئران التجارب يجب التعامل معها بطريقة إنسانية، كما يجب ألا تجرى مثل تلك التجارب إلا عندما تكون فوائدها المحتملة للبشر أكبر بكثير من كلفتها المادية والأخلاقية على حد سواء.

٤ - ٤ : الحتمية البيولوجية والإرث القديم - الجديد لليوجينيا

ظهرت حركة تحسين النسل في القرن التاسع عشر، وهي من بنات أفكار فرانسيس جالتون Glaton [٣٤] ابن عم تشارلز داروين. وقد صاغ جالتون مصطلح Eugenics في عام ١٨٨٣من الأصل الإغريقي Eugenes، بمعنى «ذو نسب جيد، أو يمتلك خصائص وراثية متفوقة» [٣٥]. اعتقد جالتون أن جميع صفاتنا، من الجمال إلى القدرات العقلية، هي خصائص موروثة ويمكن قياسها. وقد تجول في جميع أنحاء بريطانيا في رحلته الشهيرة، ومسماكه[٣٦] في يديه، لأخذ قياسات ما رأى أنه يمثل أساسا للحصول على جنس متفوق. وسرعان ما حذا حذوه علماء يشبهونه في التفكير. وفي الولايات المتحدة، استخدم الطبيب صمويل مورتون Morton مجموعته الخاصة المكونة من أكثر من ألف جمجمة «لإثبات» أن البشر يمكن تصنيفهم من الأعلى إلى الأدنى، اعتمادا على حجم الجمجمة وشكلها. أما نتائج أبحاثه فقد كانت كالتالي: البيض على القمة، السود في ذيل القائمة، بينما أتى السكان الأصليون لأمريكا الشمالية في المنتصف[٣٧]!

كان تلميذ جالتون، كارل بيرسون Pearson، يشغل منصب أستاذ اليوجينيا في الكلية الجامعية University College بلندن، كما كان يؤمن بقوة بالداروينية الاجتماعية[٣٨]، وقد كتب يقول: «يقودني التاريخ إلى طريق ما، طريق واحد لا سواه، نتجت عنه درجات عليا من الحضارة، وبالتحديد، الصراع بين الأجناس، وبقاء الجنس الأكثر لياقة جسديا وعقليا»[٣٩].

وقد اتفق أيضا أنه كان منهجيا ممتازا، وأحد مؤسسي علم الإحصاء الحديث. ويتعلم كل طالب في السنة الأولى لعلم الإحصاء كيف يتم حساب المعامل «r» (راء) لبيرسون، وهو المعامل الأساسي للارتباط Correlation coefficient، ويتعلم اختبار «مربع كاي» Chi square للحكم على المعنوية أو الاعتداد الإحصائي، وهو اختراع آخر لبيرسون. وقد طوّر بيرسون معامل الارتباط - جزئيا - لأنه أراد العثور على طريقة أكثر دقة للربط بين الظواهر التي يمكن قياسها، مثل اختبارات الذكاء، للخصائص البيولوجية المستبطنة (يعرض موقع الإنترنت الخاص بقسم الإحصاء بكلية الجامعة بلندن، وبكل فخر، إنجازاته كعالم بالرياضيات التطبيقية، لكنه يتجاهل بذكاء كتاباته عن الأعراق والوراثة).

وفي أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، جذبت برامج اليوجينيا التي ترعاها الدولة مساندة واسعة، ليس فقط من قبل العنصريين اليمينيين Right-wing racists، ومؤيدي الدراوينية الاجتماعية Social Darwinism، بل وأيضا من قبل تقدميين مثل الكاتب الإيرلندي الشهير جورج برنارد شو Shaw، وشيوعيين مثل ج.ب.س. هالدين Haldane، وج. د.برنال Bernal، بالإضافة إلى مارجريت سانجر Sanger، وهي منادية بالمساواة بين الجنسين، ونصيرة لتحديد النسل[٤٠].

وقد أجازت الولايات المتحدة وغيرها من الدول الغربية قوانين يوجينية تسمح للدولة بأن تُعقم sterilize كُرها من يُظن أنهم «بلهاء» Imbeciles، بينما تشجع الناس ذوي الخصائص المرغوبة على إنجاب أكبر عدد ممكن من الأطفال. وعلى حد قول القاضي أوليفر ويندل هولمز Holmes: «نحن نريد الناس الأصحاء، الودودين، المستقرين عاطفيا، المتعاطفين، والأذكياء. نحن لا نريد المعتوهين، ولا البلهاء، ولا العالة، ولا المجرمين»[٤١].

انتهت الحركة اليوجينية بالولايات المتحدة فعليا بعد انكشاف سياسات النازي اليوجينية، والتي تضمنت إبادة فئات بأكملها من الناس، وإجراء التجارب الطبية على الأشخاص الذين يعتبرون أدنى من الناحية الوراثية[٤٢]. ومنذ ذلك التاريخ، ظلت أوروبا القارية مُحصنة عمليا ضد أي إحياء لليوجينيا، وأصبحت - في واقع الأمر - منطقة غير مناسبة للعديد من أنماط الأبحاث الوراثية.

كان هناك اعتراضان مهمان على السياسات اليوجينية القديمة، ربما لا ينطبقان في الأغلب على أي يوجينيا مستقبلية، في الغرب على الأقل[٤٣]. **الاعتراض الأول** هو أن برامج اليوجينيا لم تكن تستطيع تحقيق الأهداف التي سعت إليها بالتقنية التي كانت متوافرة في ذلك الوقت. والعديد من العيوب والشذوذات التي كان اليوجينيون Eugenicists يعتقدون أنهم ينتخبون لتجنبها من خلال التعقيم القسري Forced sterilization، كانت نواتج أليلات متنحية - Recessive alleles، أي أليلات يلزم تجمعها من كلا الوالدين حتى تظهر تأثيراتها في النسل. وسيظل كثير من الأشخاص الأسوياء ظاهريا حاملين «Carriers» لهذه الجينات، وينشرون تلك الخصائص في جميعة الجينات Gene pool[٤٤]، ما لم يمكن تحديد هويتهم - بصورة ما - ومن ثم تعقيمهم هم أيضا. وهناك العديد من «العيوب» Defects الأخرى التي إما أنها لم تكن عيوبا على الإطلاق (مثل بعض أنماط الذكاء المنخفض)، وإما كانت نتاجا لعوامل غير وراثية كان بالإمكان معالجتها بتحسين الصحة العامة. وعلى سبيل المثال، هناك بعض القرى الصينية بها مجموعات كبيرة من الأطفال ذوي مكافئ الذكاء المنخفض، ليس بسبب عوامل وراثية سيئة، بل بسبب المستويات المنخفضة من اليود Iodine في غذاء الأطفال[٤٥].

وهذا الاعتراض، المبني على أن اليوجينيا مستحيلة تقنيا، لا ينطبق إلا على تلك التقنيات التي توافرت في أوائل القرن العشرين، كالتعقيم القسري. وفي الوقت الحالي، تسمح التطورات التي تحققت في مجال التحري الوراثي للأطباء بالتعرف على حاملي الصفات المتنحية قبل أن يقرروا أن يكون لهم أبناء، وقد تتيح لهم في المستقبل التعرف على الأجنة التي تحمل خطرا عاليا لوجود شذوذات Abnormalities، لأنها ورثت أليلين متنحيين. وتتوافر اليوم معلومات من هذا النوع؛ على سبيل المثال، فمن بين أفراد مجموعة مثل اليهود الاشكينازيين، الذين لديهم احتمالات أعلى من الطبيعي لحمل جين مرض تاي - زاكس المتنحي، قد يُقرر اثنان من هؤلاء الحَمَلة Carriers

ألا يتزوجا أو ألا يكون لهما أبناء. وفي المستقبل، ستقدم هندسة الطريق الجنسي Germ-line engineering إمكان التخلص تماما من مثل هذه الأليلات الضارة المتنحية في جميع أفراد ذرية حامل بعينه، وإذا أصبح العلاج رخيصا وسهلا بما فيه الكفاية، فمن الممكن أن نفكر في إزالة شبه كاملة لجين معين من مجموعات سكانية بأكملها.

أما الاعتراض الرئيسي الثاني على الأشكال التاريخية من اليوجينيا فهو أنها كانت قسرية Coercive ومدعومة من قبل الدولة. وبطبيعة الحال، فقد تمادى النازي في ذلك إلى حدود مرعبة بقتل الناس «الأقل مرغوبية» أو إجراء التجارب عليهم. لكن حتى في الولايات المتحدة، كان بوسع إحدى المحاكم أن تقرر أن شخصا ما أبله أو مغفل Moron (وهي مصطلحات كانت تعرّف، كما هي الحال في كثير من الحالات العقلية، بصورة فضفاضة للغاية)، وأن تحكم بتعقيمه أو بتعقيمها قسرا (٤٦).

أما الاعتراض الثاني على اليوجينيا، والمستند على كونها مدعومة من قبل الدولة، فلا يرجح أن يكون له وزن كبير المستقبل، لأن قلة فقط من المجتمعات الحديثة ينتظر أن ترغب في العودة إلى لعبة اليوجينيا. فمنذ الحرب العالمية الثانية، تحركت الغالبية الساحقة من الدول الغربية بطريقة حاسمة، باتجاه حماية أقوى للحقوق الفردية. ومن بين أهم هذه الحقوق، نجد الاستقلالية Autonomy في اتخاذ القرارات الخاصة بالإنجاب.

أما اليوجينيا الألطف، والأرق، التي تلوح في الأفق الآن فستكون، إذن، مسألة اختيار شخصي من قبل الأبوين، وليست أمرا تقوم دولة البطش بفرضه على مواطنيها. وحسب قول أحد المعلقين: «كانت اليوجينيا القديمة ستستلزم الانتخاب المستمر لاستيلاد الأكفاء Fit واستبعاد غير الصالحين Unfit؛ أما اليوجينيا الجديدة فستسمح - من ناحية المبدأ - بتحويل غير الصالحين إلى أعلى المستويات الوراثية» (٤٧).

ويقوم الوالدان بالفعل باتخاذ مثل هذه الخيارات عندما يكتشفان، عن طريق دراسة السائل الأمنيوسي (بزل السلى Amniocentesis)، أن هناك احتمالا كبيرا لأن يصاب طفلهم بالبله المغولي (متلازمة داون Down's syndrome)، فيقرران عمل إجهاض. ويرجح أن تؤدي اليوجينيا الجديدة في المستقبل القريب إلى زيادة معدلات الإجهاض، وإلى نبذ عدد أكبر من الأجنة، مما سبب المقاومة القوية لهذه التقنية من قبل معارضي الإجهاض. ومع ذلك، فهذه اليوجينيا لن تنطوي على إكراه البالغين أو تقييد لحقوقهم الإنجابية؛ بل على العكس من ذلك، سيتوسع المدى المتاح من الخيارات الإنجابية بشكل دراماتيكي؛ وكذلك سيكفون عن القلق بشأن العقم، والعيوب الولادية Birth defects، ومجموعة كبيرة من المشاكل الأخرى.

لكن الأمر لا يقتصر على الخيارات الإنجابية وحدها، كما يحذر أستاذ علم الاجتماع، تروي داستر، فهو يرى أن التطورت الحديثة في مجال التقنيات الوراثية قد يكون لها تأثير

المجموعات السكانية المتميزة وراثيا، مثل اليهود، والإسكندنافيين، والأمريكيين ذوي الأصول الأفريقية والعرب، باعتبار أن تلك التقنيات الحديثة ستجعل التعرّف على تلك المجموعات السكانية أسهل، مما يترك الباب مفتوحا أمام التمييز الجيني Genetic discrimination، ومن ثم اليوجينيا في المستقبل. ويحثّ داستر الجمهور على الاطلاع الجيد على تلك التقنيات الحديثة وتدبّر الاستخدامات المحتملة لها، سواء أكانت تلك جيدة أم سيئة(٤٨).

ويخشى البعض من أن يقود التقدم في مجال هندسة الجينات إلى برنامج مدعوم من قبل الدولة لليوجينيا لإنتاج جنس حاكم متفوق وراثيا على غيره من الأجناس. أما السيناريو الأكثر معقولية، خاصة في الأمم الغربية التي «تثمّن» الحرية والاختيار الشخصيين، فهو أن التحسين الوراثي للنسل ستوجهه قرارات الوالدين الشخصية. ويصف نيكولاس أجار التدخلات الجينية المقبولة أخلاقيا على أنها «علاجية»، أي تلك التي تهدف إلى تجنب العيوب التي لا توجد في البشر الأسوياء، ويقول إن الهندسة اليوجينية تحدث عندما يكون الهدف هو «إنتاج أفراد تتخطى قدراتهم حدود المستوى الطبيعي». ويرى أجار أنه قد توجد بعض التدخلات المسموح بها والتي يمكن إدراجها تحت مسمى يوجينية؛ ويستخدم تحسين الذكاء والقوة البدنية كمثالين لذلك(٤٩).

وبطبيعة الحال، سيتمتع الأغنياء بأولوية تحقيق الاستفادة من التحسين الوراثي، لكن، مثلما يحدث مع أي تكنولوجيا جديدة، سيصبح ذلك أقل كلفة بمرور الوقت. وفي نهاية الأمر، سيكون أغلب الناس قادرين على شراء التكنولوجيا؛ وقد يصبح التحري الوراثي و«إصلاح» الأجنة المعيبة جزءا روتينيا من الرعاية قبل الولادة(٥٠).

ويجب التشديد هنا على أن التحسين الوراثي لا يضمن النتائج: فبيئة الفرد، وتجاربه، وجهده تشارك أيضا في تشكيل مقدرة ذلك الفرد. ولذا يتعين على الأشخاص المحسّنين وراثيا أن يتنافسوا مع الأشخاص العاديين وراثيا لإثبات أنفسهم، مما يعطي الأشخاص «العاديين» فرصة ليظهروا أن بوسعهم الأداء بالكفاءة نفسها، أو أفضل.

وللتخلص من إرث اليوجينيا العنصرية، يرى فرانسيس فوكوياما، على سبيل المثال، أن نُسقط استخدام مصطلح اليوجينيا المثقل عند الإشارة إلى الهندسة الوراثية المستقبلية، وأن نستبدل به مصطلح استيلاد Breeding، وتعني بالألمانية Züchtung، وهي اللفظة التي استخدمت أصلا لترجمة اصطلاح داروين الانتخاب Selection(٥١).

٤ - ٥ : تقنيات الإخصاب المساعد وتعديل البشر (الأطفال التفصيل)

قبل نحو خمسين عاما، ظلت وسائل الإعلام تردد أنه بحلول الألفية الثالثة سيعيش البشر في مدن مغطاة بالقباب، ويقوم الرجال الآليون بتلبية جميع متطلباتهم، كما سينتقلون إلى أعمالهم بأجهزة طيران محمولة على ظهورهم... ولم يتحقق أي من ذلك. أما الآن، فتخبرنا وسائل الإعلام نفسها - مهما تغيرت أساليبها أو تطورت تقنياتها - بأننا نوشك على أن نشهد

عالما من البشر المحسَّنين وراثيا، أو الأطفال «التفصيل»، وهو أمر مشكوك فيه تماما بنظر الكثيرين[٥٢].

و«الأطفال التفصيل» Designer babies هو اصطلاح يستخدمه الصحافيون والمعلقون - لكن ليس العلماء - لوصف العديد من التقنيات الإنجابية، والتي تشترك فيما بينها بأنها تمنح الوالدين مزيدا من التحكم فيما سيكون عليه شكل نسلهما.

ويتحقق ذلك من خلال التقدم في ثلاثة مجالات علمية:

١ - **تقنيات الإخصاب المساعد**: فخلال العقود الثلاثة التي تلت ولادة لويز براون، أول «أطفال الأنابيب» في العالم، ساعدت تقنيات الإخصاب المساعد عددا لا يحصى من النساء في جميع أنحاء العالم على الحمل وإنجاب الأطفال. ويعيش بيننا اليوم مئات الآلاف من الأشخاص الذين ولدوا بفضل تقنيات الإخصاب (دمج البويضة والحيوان المنوي) خارج الرحم. وتتضمن التقنيات الإنجابية المتطورة الأخرى تجميد الأجنة، والتبرع بالبويضات والحيوانات المنوية، والرحم المستأجرة، التي تثير قضايا أخلاقية ودينية مستعرة، إضافة إلى الحقن المباشر للحيوانات المنوية داخل البويضة.

٢ - **منابلة الخلايا والكروموسومات Cell and chromosome manipulation**: مع تنامي معرفتنا بالبنية الدقيقة للخلايا الحية نتيجة لتطور وسائل التصوير الإلكترونية، باتت قدرتنا على نقل الكروموسومات مدخلا إلى تطورات مهمة في مجال الاستنساخ، كما ستؤدي معرفتنا بالخلايا الجذعية إلى تحقق العديد من المعالجات الجديدة. ومع تنامي معرفتنا بكيفية حدوث التكاثر على المستوى الجزيئي، سيكون بوسعنا المزيد من التحكم في المراحل المبكرة من نمو طفل بعينه.

٣ - **علم الوراثة والجينوميات Genetics and Genomics**: مع اكتمال خريطة الجينوم البشري في عام ٢٠٠٣، بدأ بصعوبة فهمنا لكيفية تأثير الدنا في النمو البشري. وقد نتمكن في يوم من الأيام من تفعيل أو تعطيل قطع معينة من الدنا، أو استبدال بعضها محل الأخرى، وهناك أبحاث جارية في هذا السياق بالفعل.

وقد ظهر في السنوات الأخيرة العديد من المعضلات الأخلاقية حول التقنيات الوراثية والإنجابية الحديثة؛ فعلى الرغم من أنه من غير القانوني في معظم البلدان اختبار جنس الجنين بغرض انتقاء جنس المولود، فإن هذا الإجراء واسع الانتشار. وفي دراسة أجريت بمدينة بومباي الهندية، اتضح أن نسبة مذهلة (٧٩٩٧ من أصل ٨٠٠٠) من الأجنة المجهضة كانت إناثا، كما أنه في كوريا الجنوبية أصبحت حالات الإجهاض تلك واسعة الانتشار لدرجة أن ٦٥ في المائة من الأجنة المجهضة للأم التي لديها طفلان هم من الذكور، ربما لأن الزوجين لا يريدان الحصول على بنت ثالثة. وقد تراوحت نسبة من يدعمون حظر الإجهاض على هذه الأسس من ١٠٠٪ في البرتغال إلى ٢٢٪ فقط في الصين[٥٣].

مما لا شك فيه أن المنابلة الجينية للتخلص من أمراض مميتة مثل التليف الكيسي Cystic fibrosis ستكون أمرا مفيدا للبشرية، لكن هل لو تمكنا - مثلا - من التدخل في الجينات لمنع السمنة سيصبح ذلك أفضل نجاح طبي للقرن الواحد والعشرين أم سيصبح علامة مرضية على مجتمع من النحاف؟

سيحتاج البشر الذين يمتلكون القدرة على تشكيل بنيتهم الجينية إلى تحديد ما هو «طبيعي»؛ ولنتساءل هنا عما إذا كان البشر المصابون بالتخلف العقلي، أو العمى، أو الهوس الاكتئابي، معيبين أم أنهم مجرد تباينات من المعيار البشري الجمعي؟

وتتوالى الأسئلة الأخلاقية بخصوص تحسين السلالة البشرية[٥٤]: فأين يقع الحد الفاصل للقبول بين منع العيوب الولادية الوخيمة من ناحية، ومحاولة صنع جنس من البشر «الكاملين» عن طريق الهندسة الوراثية، من الناحية الأخرى؟ من المؤكد أن هناك بعض الآباء ممن يرغبون في الحصول لأبنائهم على بعض «التحسينات» التي تمنح هؤلاء الأبناء فرصا لم يحظ آباؤهم بها، سواء من حيث القدرات العقلية، أو الذاكرة، أو القدرات البدنية والرياضية. والسؤال الذي يطرح نفسه هنا هو: ماذا لو فضّل طفل تمت هندسته وراثيا ليتفوق في كرة القدم، أن يعزف على الكمان مثلا؟... في العالم الطبيعي حيث يتوالد البشر تقليديا، لا يلام أحد على بنيته الجينية؛ لكن في عالم التحسينات الوراثية والأطفال التفصيل؛ ماذا لو قرر الوالدان عدم إجراء تحسين وراثي معين كان الابن يود لو امتلكه؟ وعلى العكس من ذلك، ماذا لو اختار الوالدان منح ابنتهما صفة لم تكن ترغب في امتلاكها؟ هل ستغضب؟ وهل سيحق لها مقاضاة والديها في المستقبل؟

مثل هذه المواقف التخيلية قد تتسبب في قدر هائل من الضرر النفسي والجسدي، فقد أشارت بعض الدراسات الحديثة إلى أن بعض الجينات الحاملة لصفات مرغوبة قد تحمل في طياتها صفات أخرى غير مستحبة، بل وضارة أحيانا. ومثال ذلك أن الجين نفسه المسبب لمرض الهوس الاكتئابي يحمل صفات الإبداع الفني؛ فإذا قمنا «بتعطيل» الجينات المسببة للأمراض العقلية، فسنحرم العالم من مبدعين من أمثال فان جوخ van Gogh وهمنجواي Hemingway، وإدجار ألان بو Poe.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن التلاعب بالجينات، الذي يفيد الفرد قد لا يكون كذلك بالنسبة إلى المجتمع ككل؛ فلو أضفنا إلى جينوم (مجين) أبنائنا تلك الجينات المسببة لطول العمر في فئة ضئيلة من المجتمع لمنحهم أعمارا أطول، ماذا سيحدث لو عاش جميع البشر إلى عمر ١٠٠ أو ١٢٠ عاما؟ بالقطع سيصبح العالم أكثر ازدحاما من أن يكفي لسكانه، فضلا عن أن يؤوي الأجيال القادمة.

وهناك معضلة أخلاقية أخرى بهذا الخصوص، وهي أن التحسينات الوراثية لن تكون مجانية، بل باهظة التكاليف؛ فهل سيؤدي ذلك إلى خلق فجوة جينية جديدة بين الأغنياء

والفقراء؟ وهل سيعني ذلك أن أطفال الأثرياء سيحصلون على جينات تمكنهم من الحصول على الذكاء، والصحة، وطول العمر، بينما يتعين على أطفال الفقراء أن يتحملوا أقدارهم كما هي؟ ثم ماذا عن طبيعة الأبوة ذاتها؟ فاليوم أطفالنا هم أبناؤنا بالفعل؛ فنصف صفاتهم الوراثية يأتي من الأب، ويأتي النصف الآخر من الأم. أما الأطفال التفصيل، فسيمتلكون جينات لا تنتمي إلى أي من الأبوين؛ فهل سيؤدي ذلك إلى الشعور بالعزلة «الجينية» بين الأب وابنه مثلا؟

٤ - ٦ : التحري الوراثي والاختبارات الوراثية

عُرِّفَ **التحري الوراثي** على أنه «فحص البنية الوراثية (الجينية) لفرد ما - سواء كان جنينا، أو طفلا صغيرا، أو بالغا ناضجا - بحثا عن أدلة تشير إلى احتمال كون هذا الفرد سيصاب بعيب أو مرض وراثي، أو سينقله»[٥٥].

وبصورة أكثر دقة، يمكننا تعريف التحري الوراثي بأنه أي نوع من إجراءات انتقاء الأفراد لإجراء مزيد من الاستقصاءات الهادفة إلى الاكتشاف أو الاستبعاد المبكر للأمراض الوراثية أو اكتشاف قابليتهم للإصابة بمثل تلك الأمراض. وعند تطبيقه على عشيرة أو مجموعة سكانية[٥٦] بعينها من الأفراد، الذين لا تظهر عليهم أعراض المرض، والذين لا يوجد لديهم تاريخ شخصي أو عائلي للمرض، من أجل الإشارة لكونهم معرضين لدرجة عالية من خطر الإصابة بالمرض أكثر من عموم السكان[٥٧].

أما **الاختبار الوراثي** فيعرّف على أنه استخدام إجراءات معينة لتحديد الوضع الجيني للأفراد الذين يُشك بالفعل في كونهم معرضين لخطر مرتفع للإصابة بحالة وراثية معينة[٥٨].

وكثيرا ما يُستَخدم اصطلاحا «التحري الوراثي» Genetic screening، و«الاختبار الوراثي» Genetic testing كمترادفين، بيد أنه من المهم التفريق بينهما، لأن التحري الوراثي يفضي بنا إلى قضايا أخلاقيا ونفسية - اجتماعية لا تنطبق على الأنواع الأخرى من الاختبارات الوراثية العامة. وعلى أي حال، فكثير من القضايا المنهجية والأخلاقية التي تنطبق على التحري الوراثي تكون ذات صلة كذلك بالأنواع الأخرى من الاختبارات الوراثية[٥٩]. أما التفريق الأساسي بين التحري الوراثي والاختبار الوراثي فيتمثل في أنهما يختلفان فيما يتعلق بالمجموعات السكانية (العشائر) المستهدفة لكل منهما. ومن المهم أيضا ملاحظة أن اصطلاحي «اختبار وراثي» Genetic test، و«تحليل وراثي» Genetic analysis كثيرا ما يستخدمان للدلالة على أمر واحد هو الفحص الفعلي في المختبر للعينات الوراثية[٦٠].

تتضمن المجالات التي تركز عليها الاختبارات الوراثية ما يلي:

- **التشخيص قبل الولادة Prenatal diagnosis**: وهو تحديد ما إن كان الجنين معرضا لخطر الإصابة بأي من الأمراض أو الخلال Traits الوراثية التي يمكن التعرف عليها. ويُجرى

التشخيص قبل الولادة باستخدام عينات من السائل الأمنيوسي (السلوي) Amniotic fluid، أو الخلايا الجنينية، أو الخلايا الدموية للأم أو الجنين أو بتنظير الجنين Fetoscopy، وهي تقنية تستخدم آلة تصوير مثبتة على إبرة تُدخَل إلى الرحم لرؤية الجنين.

ومنذ بدأت عمليات التحري قبل الولادة في عام ١٩٦٦[٦١]، ارتفع عدد العيوب الاستقلابية والاضطرابات الوراثية التي يمكن تشخيصها قبل الولادة بصورة كبيرة، كما أن هناك نقاشا حول إلزام الوالدين المشاركين في برامج الإخصاب خارج الرحم (أطفال الأنابيب) بالخضوع لهذه الاختبارات في حال كونهم معرضين لخطر الإصابة بمرض وراثي. وفي تلك الحالات، تضمن الاختبارات التشخيصية قبل الانغراس Preimplantation testing أن الأجنة الخالية من الأمراض أو المشاكل الوراثية وحدها هي التي تُزرَع داخل الرحم[٦٢].

- **تحري الأطفال حديثي الولادة Newborn screening**: ويتضمن تحليل عينات من الدم أو الأنسجة المأخوذة من حديثي الولادة لاكتشاف الأمراض الوراثية التي يمكن أن يؤدي التدخل المبكر فيها إلى تجنب تعرض أولئك الأطفال لمشكلات صحية خطيرة أو للوفاة. وقد بدأ استخدام تلك الطريقة في أوائل الستينيات من القرن الماضي، حيث أمكن اختبار الأطفال حديثي الولادة للإصابة بمرض استقلابي نادر، هو بيلة الفينيل كيتون Phenylketonuria (PKU)، الذي يسبب التخلف العقلي، لكن من الممكن الوقاية منه باتباع نظام غذائي معين[٦٣].

- **تحري الحَمَلَة Carrier screening**: ويهدف إلى التعرف على الأفراد المصابين بشذوذ جيني أو كروموسومي قد يؤدي إلى مشكلات في نسل الشخص الخاضع للتحري. ويمكن أن يؤدي اختبار عينات الدم أو الأنسجة إلى اكتشاف الإصابة بخلل جيني معين، أو وجود تغيرات في كروموسوم معين، أو تغير في الدنا مرتبط بمرض وراثي في شخص لا تظهر عليه أعراض المرض[٦٤]. ويمكن حاليا إجراء تحري الحملة لعدد من الأمراض الوراثية مثل فقر الدم المنجلي، ومرض تاي - زاكس، والتليف الكيسي Cystic fibrosis، وحثل دوشين العضلي Duchenne muscular dystrophy، والناعور (مرض نزف الدم) Hemophilia، ومرض هنتنجتون Huntington's disease، والورام الليفي العصبي[٦٥] Neurofibromatosis.

- **اختبارات الطب الشرعي Forensic testing**: وهي أحدث المجالات التي يتم من خلالها الاستفادة من المعلومات الجينية، وتسعى إلى اكتشاف الارتباط الوراثي بين المشتبه بهم والأدلة التي تُكتشف خلال التحقيقات الجنائية. وقد استخدمت بالفعل نتائج الاختبارات الوراثية كدليل على البراءة أو الإثم في القضايا المنظورة أمام المحاكم. ويرى منتقدو هذه الطريقة أن هناك احتمالا لحدوث أخطاء في نتائج مختبرات الطب الشرعي[٦٦]، حيث إنها كثيرا ما تجري اختباراتها مرة واحدة، بعكس المختبرات البحثية، التي تجري الاختبار عدة مرات. كما أن هناك مخاوف أخلاقية بخصوص خصوصية بيانات الدنا DNA التي يجرى الحصول عليها

خلال التحقيقات الجنائية، والتي تُحفَظ في بنوك المعلومات التابعة للشرطة[٦٧]، وهو ما سنتطرق إليه لاحقا.

- تحري الحساسية (الاستعداد للإصابة) **Susceptibility screening**: ويستخدم في التعرف على العاملين الحساسين للمواد التي توجد في مقار أعمالهم والتي قد تسبب إعاقات في المستقبل. وفي عام ١٩٨٦، كتب مورتون هانت Hunt أن ٣٩٠ ألف عامل يصابون بالإعاقة بفعل الأمراض المهنية في الولايات المتحدة سنويا، ويرى أن تلك الأمراض تتراكم بفعل فرط الحساسية الجينية، لأن زملاءهم في العمل لا يتأثرون بالتعرض لتلك المواد نفسها[٦٨].

المضامين الأخلاقية للتحري الوراثي[٦٩]:

إن تقنيات التدخل الوراثي، مثل الهندسة الوراثية، والمعالجة الجينية البشرية، والتحري الوراثي، تثير العديد من التساؤلات الأخلاقية. وفيما يتعلق بالتحري الوراثي، يتفق معظم الباحثين وعلماء الأخلاق على أهمية تشخيص مرض مثل متلازمة ليش - نيهان[٧٠]، التي تصيب ضحاياها بعد الولادة مباشرة، وتؤدي إلى حياة قصيرة وشديدة الإيلام، تتسم بالتخلف الشديد، والعنف، وإيذاء الذات. وقليل من علماء الأخلاق هم من يعترضون على التحري الوراثي بحثا عن مثل تلك الأمراض، مادام الإجهاض كان يمثل خيارا متاحا بموجب القانون. لكن الأمر يختلف فيما يتعلق بتشخيص اضطراب مثل مرض الزهايمر العائلي Familial Alzheimer's disease، الذي لا توجد له أعراض حتى يصيب المرضى في عمر يبدأ من ٤٥ سنة، أو في حالة الكلية المتعددة الكيسات Polycystic kidney disease، التي لا تظهر أعراضها سوى لدى البلوغ، مع تطور بطيء للمرض أحيانا.

وقد زودنا برنامج اكتشاف فقر الدم المنجلي خلال سبعينيات القرن العشرين، بنموذج أخلاقي واسع القبول، تضمن المشاركة الطوعية في برنامج المسح الوراثي الذي أشارت المعايير التي وضعت خلال تلك الفترة إلى أنه يعد أمرا مقبولا إذا كان الاضطراب الوراثي خطيرا، وكان الاختبار دقيقا، والعلاج أو التدخل المطلوب لمنعه متوافرا، مع الأخذ في الاعتبار ضرورة الموازنة بين تكلفة تقنية التحري المستخدمة والفوائد المرجوة من البرنامج. أما الآن، فتبدو هذه المعايير غير كافية في ضوء تعدد الطرق والمدى الهائل للوراثة الجزيئية في عالم اليوم؛ مما يطرح مشكلة تعريف ما يمكن أن يسمى «بالمرض»، فهل حالة تظهر نفسها في مرحلة متأخرة من العمر، مثل الكلية المتعددة الكيسات، تستحق أن يطلق عليها في الأساس اسم «مرض»؟ وهل المرضى الحاملون لجين معين يوجد بنسبة أكبر من المعتاد في المصابين بسرطان معين، ممن يعيشون لسنوات طويلة من دون الإصابة بالمرض، أو لا يصابون به أصلا، يصح أن يطلق عليهم «مرضى»؟ وهذا السؤال الأخير مهم على وجه الخصوص في الوقت الحاضر مع الانتهاء من رسم خريطة كامل الجينوم البشري، فهناك خطر أخلاقي من توسيع دائرة من لا تنطبق عليهم تعريفاتنا لما هو طبيعي وصحيح.

ويمكننا فهم الجدل الأخلاقي حول ما يمكن تسميته مرضا من خلال سؤالين كبيرين هما: مَن يقرر ما إذا كان الاختبار سيجرى أم لا؛ وما الذي سيحدث للمعلومات الناتجة عنه؟ من الواضح أن التحري الوراثي تقنية وجدت لتبقى في المستقبل، لذلك فالسؤال الملح هنا هو: من سيستخدم تلك التقنية؟ وما القيود الاجتماعية التي سنطبقها بخصوصها؟ فهناك تناقض ظاهري بين حقيقة التباين الوراثي بين الناس، والمثال الديموقراطي الذي يقول إن جميع المواطنين قد «خلقوا سواسية».

وتتضمن العواقب المحتملة للتحري الوراثي من وجهة النظر الأخلاقية ما يلي[٧١]:

- **التمييز على أسس جينية Genetic discrimination**: فالأشخاص المصابون بشذوذات جينية - على الرغم من أنها قد لا تظهر جميعها في صورة خلل وظيفي أو مرض - قد يمنع عنهم التأمين على الحياة، والتأمين الصحي، أو الحصول على التعليم أو الوظائف المناسبة.

- التفرقة في المعاملة: فقد يحرص أرباب العمل على تعيين فقط أولئك الأشخاص الذين تُظهر جيناتهم أنهم مقاومون للمخاطر الصحية المرتبطة بمواقع عملهم، وهو ما يعد بالنسبة إليهم خيارا أرخص من جعل بيئة العمل أكثر أمنا للجميع.

- **اليوجينيا**: قد يتم تطبيق ضغوط اجتماعية أو سياسية على الأفراد لاتخاذ قرارات إنجابية على أساس المعطيات الوراثية؛ فالتزاوج بين من يمتلكون الجينات المرغوبة سيتم تشجيعه، بينما قد يُثبَّط التزاوج بين فردين يمتلكان صفات وراثية متنحية خطيرة، كما أن النسوة الحوامل بأطفال بهم شذوذات جينية قد يُشجَّعن - أو يُكرَهن - على الإجهاض.

- **الحتمية الجينية Genetic determinism**: وهي الاعتقاد بأن الخصائص السلوكية والشخصية، مثل الذكاء أو السلوك الإجرامي، تنتج في معظمها عن بنية الفرد الجينية، وبالتالي فهي تطبق توجها قدريا Fatalistic على الصحة والمرض[٧٢]. ومن الممكن أن يستخدم ذلك الأسلوب لتبرير التعصب، وللاستمرار في ممارسة أوجه الظلم على أسس عرقية أو إثنية، وبالتالي قد تُخلَق طبقة اجتماعية من «المنحطين جينيا».

وبالإضافة إلى ما سبق، هناك أسئلة أخلاقية محيرة أخرى تلوح في الأفق:

- بمجرد أن يصبح بالإمكان أن نجري الاختبارات - بصورة سريعة ومأمونة - على آلاف من الحالات الوراثية، هل يُتوقع من الأطباء ضرورة إجراء مثل تلك الاختبارات؟ هل سيكون الأطباء مسؤولين - أو مذنبين - وقتها في حالة عدم قيامهم بإجراء الاختبارات أو عدم إبلاغهم للوالدين بكل صغيرة وكبيرة في بنية جنينهم الوراثية؟[٧٣]

- مَن سيقوم بالتشاور مع المرضى بخصوص مغزى بنيتهم الوراثية، وكيف ستكون ردة فعل الناس تجاه معرفتهم ببنيتهم الجينية المميزة؟

- هل ستمنع شركات التأمين الصحي منح بوالص التأمين للأشخاص الحاملين لجينات مسببة لأمراض ذات كلفة اقتصادية مرتفعة؟ وهل ستفعل ذلك شركات التأمين على الحياة؟ وهل يحق لأي منها عمل ذلك في الأساس[٧٤]؟

- هل ستُسن القوانين لحماية الأفراد من «التمييز الجيني» من قبل الشركات الخاصة؟

- كيف يمكن المحافظة على سرية المعلومات الوراثية؟ وكيف يمكن الوقاية من استخدام تلك المعلومات في التفريق في المعاملة أو الفرص بين البشر؟ وعلى اعتبار أن بعض الاختبارات ستكشف عن معلومات تتعلق بأفراد آخرين من الأسرة نفسها، فهل من الممكن حماية خصوصية أولئك الأقارب؟

- هل يمتلك الناس الحق في عدم التعرف على جيناتهم؟ وهل تمتلك الأمهات الحق في اختيار عدم تعريض أجنتهن لمثل تلك الاختبارات؟

وعند التفكير في أجوبة عن تلك الأسئلة المحيرة، يكون من الحصافة تذكُّر أن أقل من نصف جميع الأمراض والإعاقات المعروفة يُعتقد أنها ناتجة عن عوامل وراثية. ومن المرجح أن نكتشف أن كلا منا يحمل عددا كبيرا من الجينات التي تجعله «عرضة» للإصابة بالعديد من الحالات المرضية، فنحن جميعا نتشارك في كوننا بشرا. وسنصاب - جميعا - بالمرض في وقت ما من حياتنا، كما أننا سنصاب بكل تأكيد - لو بقينا على قيد الحياة - بالشيخوخة ثم الموت. وربما كانت هذه الحقيقة بالذات هي ما سيخفف من حكمنا بخصوص من سيتم تحريه بحثا عن أمراض وراثية، حيث قد نجد أنفسنا نوزن بالميزان نفسه.

ولتجنب الوقوع في تلك المزالق الأخلاقية، هناك عدد من المعايير الأخلاقية والقانونية التي أوصت اللجنة الوزارية الأوروبية باتباعها في مجالات التحري الوراثي[٧٥]، والتي تشمل:

١ - تمثل الفعالية مطلبا لازما لكي يكون التحري أخلاقيا. ومع ذلك، يجب أن نضع في اعتبارنا أن التحري قد يكون فعالا وغير أخلاقي في الوقت نفسه.

٢ - يجب الموازنة بدقة بين فوائد التحري ومضاره في المجموعة السكانية المستهدفة وفي الأفراد، مع الوضع في الاعتبار كلفته الاجتماعية والاقتصادية، بالإضافة إلى توخي العدالة والمحافظة على الحقوق والحريات الفردية.

٣ - إن عدم الإفصاح عن المعلومات المتعلقة بالجوانب السلبية والإيجابية للتحري الوراثي أمر لا أخلاقي، وينتهك استقلالية الفرد.

٤ - يجب أن يكون القرار بالمشاركة في برنامج التحري بمحض الاختيار الحر للفرد، كما أن التشخيصات والمعالجات التي تلي ذلك المسح يجب أن تستلزم موافقة حرة ومنفصلة عن سابقتها. ويجب ألا تُستَخدم أي ضغوط لإجبار الفرد على اتباع أي من تلك الإجراءات.

٥ - إن الحق في الخصوصية يستلزم أن نتائج الاختبارات، كقاعدة عامة، يجب ألا تُبلَّغ إلى من لا يرغبون في الاطلاع عليها، وأن تُجمَّع، وتُخزَّن، وتُتَداول بصورة سرية، وأن تُوفَّر الحماية الكافية لها. ويفضل عدم إخضاع الأفراد الذين لا يرغبون في معرفة النتائج لبرامج التحري الوراثي.

٦ - يمكن أن يكون تحري حديثي الولادة مبررا إذا كانت لهذا التدخل التشخيصي فائدة صحية مباشرة للطفل. وفيما عدا ذلك، فيجب تأجيله حتى يكون الطفل قادرا على اتخاذ قراره بنفسه.

٧ - يجب عدم إطلاع أي طرف ثالث على البيانات الشخصية المستقاة من التحري الوراثي، ما لم يُعط الشخص المعني موافقته الصريحة على ذلك أو وفقا لقوانين البلد المعني.

٨ - عند طرح برنامج التحري كخدمة وإجرائه أيضا لأغراض بحثية، فإن قرار إتاحة البيانات الطبية الشخصية الناتجة عن ذلك البرنامج لأغراض البحث يجب اتخاذه بحرية، ومن دون ضغط. ويجب ألا يؤدي قرار الفرد بعدم المشاركة في البحث إلى منعه من المشاركة في برنامج التحري الوراثي.

ويجب التشديد هنا على أنه إذا كان التحري الوراثي أداة قوية للمستقبل فإنه ليس إلا أداة فحسب؛ وهو يستطيع أن يوسع مجال معرفتنا ويساعدنا على تخطيط إستراتيجيات تعطي فرصا أفضل للعيش في صحة. ولكنه ليس بمجرد الآلة الجديدة أو الفكرة المبتدعة أو الطريقة الفضلى والأسرع والأكفأ لفعل شتى ما كنا نفعله دائما. وإنما يجب النظر إلى التنبؤ الوراثي بالمعنى الحرفي على أنه أمر له القدرة على تغيير طريقة حياتنا. فهو سيدخل أولويات جديدة بالنسبة إلى بعض أهم القرارات المصيرية التي يجب علينا اتخاذها، قرارات عن المهنة التي نختارها والمكان الذي نعيش فيه والشخص الذي نتزوجه. فهو باختصار ينفذ إلى الصميم من حياتنا.

وعلى اعتبار أن المعرفة هي القوة، وهي التي تقدم في التنبؤ الوراثي فرصا للاختيار لم تكن لتوجد من قبل، فإن القوة قد يساء استغلالها بالسهولة نفسها للاستفادة منها؛ فإذا أفشت عينة دم أو بول واحدة معلومات تنبئ عن إمكان استهداف المرء، ليس فقط بدنيا بل أيضا نفسيا، فإن ذلك يكون بمنزلة تقديم الجيفة المفضلة إلى ضباع الكلمة وعُقبانها؛ فالأمر في الحقيقة هو أن ثمة تقدما علميا يتيح لنا الولوج إلى ما في داخل كل فرد يُفحَص بالتحري الوراثي فيكشف عن أسرار طبية قد تكون ذات طبيعة متفجرة. وهنا يتضح جليا وجود تناقض ؛ فالتنبؤ الوراثي الذي يبدو أنه يعطي لكل شخص تحكما أكبر في مصيره يخلق أيضا الإمكانات لأن تستخدم جماعة أخرى هذه المعرفة لانتزاع هذا التحكم منه[٧٦].

٤ - ٧ : الخلايا الجذعية Stem cells

تم التعرف على الخلايا الجذعية المضغية للفئران منذ عام ١٩٨١، لكن جيمس طومسون (Thomson) من جامعة وسكونسن الأمريكية أعلن في أواخر عام ١٩٩٨ أنه تمكن من زرع الخلايا الجذعية الجنينية البشرية في المختبر. وُزرِعَت خلايا مرحلة الكيسة الأريمية (Blastocyst)، وهي مرحلة مبكرة من الجنين تحتوي على نحو ١٠٠ خلية وتتحول الطبقة العليا من الكيسة الأريمية عادة إلى المشيمة، أما الطبقة الداخلية فيمكن فصلها وزرعها في مزرعة للخلايا الجذعية المضغية. وما نجهله حتى الآن هو كيف نمايز (Differentiate) هذه الخلايا عن الخلايا التي نحتاج إليها لإصلاح الأنسجة البشرية - مثل العصبونات (Neurons) وخلايا العضلة القلبية وخلايا الدم والبنكرياس والغضروف والجلد. وعلى أي حال ربما لو حُدِّدت عوامل النمو الضرورية لأمكن استخدام هذه الخلايا الجذعية المضغية بصورة مباشرة بدلا من الحاجة إلى تمايزها إلى أعضاء أولا(٧٧).

لكن استخدام الخلايا الجذعية الجنينية يثير عددا من القضايا الأخلاقية الشائكة؛ فالكثير من الناس يرون أنه من غير المقبول أن تستخدم خلايا الأجنة البشرية بهذه الطريقة، ولهذا السبب يتسم اكتشاف الخلايا الجذعية البالغة (Adult stem cells) بكونه غاية في الأهمية. وقد ظلت الخلايا الجذعية مثل خلايا نخاع العظم معروفة منذ مدة طويلة، إلا أنه في أواخر عام ١٩٩٨، أعلن فريد جايج (Gage) من معهد سولك للدراسات البيولوجية أنه اكتشف خلايا جذعية عصبية (Neural stem cells) في الدماغ البشري، وفتح ذلك احتمال تمكّن الأطباء من معالجة التلف الدماغي باستخدام طعم (Implant) من الخلايا الجذعية العصبية، التي حُرِّضَت على التمايز(٧٨)، كما تمكن العلماء من عزل وزراعة خلايا جنينية قادرة على التحول إلى أعضاء الجسم المختلفة، إذا توافرت لها الظروف الملائمة. ويأمل العلماء في أن تتيح تلك التقنية إمكان الحصول على أعضاء بشرية جديدة قابلة للزرع في أجسام المرضى الذين يحتاجون إليها.

وفي ليلة رأس السنة لعام ٢٠٠٣، تمت تسمية الدكتور مارتن إيفانز Evans، الأستاذ بكلية علم الوراثة للثدييات بجامعة كارديف البريطانية، للحصول على درجة فارس في القوائم السنوية التي تمنح بموجبها ملكة بريطانيا الألقاب. كان الشرف الأكبر هو الاعتراف بأبحاثه الرائدة في واحد من أكثر مجالات العلم إثارة للجدل، وهو أبحاث الخلايا الجذعية(٧٩).

أدت المضامين الأخلاقية، بالإضافة إلى التحديات العلمية التي تنطوي عليها أبحاث الخلايا الجذعية في البشر، إلى جدال مستعر في جميع أنحاء العالم. ويرجع سبب ذلك جزئيا إلى أن إنتاج أجنة للحصول على الخلايا الجذعية منها أمر لا يقبله كل الناس، بالإضافة إلى أن العملية ذاتها مشابهة بشكل غير مريح لفرع آخر مثير للجدل من العلوم الطبية: وهو الاستنساخ Cloning.

في سبعينيات القرن العشرين، أوضح إيفانز - الذي كان يعمل وقتئذ في جامعة كامبردج - مع زملائه أنه بالإمكان أخذ الخلايا الجذعية من أجنة الفئران ومن ثم زرعها في مزرعة بالمختبر. ومنذ ذلك الحين، تحقق العديد من التطورات الهائلة؛ بدءا من ولادة أول أطفال الأنابيب[٨٠] في العام ١٩٧٨، إلى استنساخ النعجة دوللي في العام ١٩٩٦. ويجري العلماء حاليا أبحاثهم على طرق يمكن بها استخدام الخلايا الجذعية لشفاء أمراض بشرية مثل مرض باركنسون[٨١]، ومرض الزهايمر[٨٢]، والداء السكري Diabetes.

الأخلاقيات المرتبطة بأبحاث الخلايا الجذعية

بعيدا عن التحديات الفنية، فالقضايا الأخلاقية معقدة بدورها، وكانت المملكة المتحدة هي أول دولة تأخذها على محمل الجد. ففي العام ١٩٧٨، ومع ولادة أول أطفال الأنابيب، لويز براون Brown، بات من الواضح أن هناك حاجة ملحة لتشريع ينظم الأبحاث المتعلقة بالأجنة. ونتيجة لذلك، تم تشكيل لجنة في العام ١٩٨٤ برئاسة البارونة وارنوك Warnock[٨٣]، وقد أفضت تقاريرها إلى مشروع قانون الإخصاب وعلم الأجنة البشري[٨٤]، الذي أقرَّ في النهاية عام ١٩٩٠. وتتحكم في تنفيذ ذلك القانون هيئة الإخصاب وعلم الأجنة البشري (HFEA)، التي تنظم عمليات تصنيع، وإخصاب، والتخلص من الأجنة المستخدمة في الأبحاث وفي علاج العقم. وفي عام ٢٠٠١، وُسِّعَت معايير القانون لتشمل الأبحاث المتعلقة بالخلايا الجذعية الجنينية والاستنساخ العلاجي.

والهيئة HFEA مفوضة - إذا تحققت من توافر شروط صارمة - بإصدار التراخيص التي تسمح بإجراء الأبحاث على الأجنة البشرية. ولا يسمح التشريع إلا بالعمل على الأجنة البشرية التي تقل أعمارها عن ١٤ يوما، وعندها لا تزال تمثل كرة من الخلايا غير المتمايزة، دون دليل على وجود خلايا عصبية من أي نوع، أو أي شيء قد يكون لديه أي إحساس. ولا تعطي الهيئة HFEA تصريحها إلا إذا لم يكن هناك أي بديل لاستخدام الأجنة البشرية؛ فالقانون يحظر تماما أي محاولة للاستنساخ الإنجابي البشري، بمعنى زرع أجنة مستنسخة في رحم امرأة.

لكن الدول الأخرى لم يكن تفكيرها تقدميا بهذه الصورة، فكما يقول الدكتور جيليو كوسو Cossu، مدير معهد أبحاث الخلايا الجذعية بميلانو، إيطاليا، الذي تعوق التشريعات الإيطالية الحالية أبحاثه بدرجة كبيرة: «لقد وافق البرلمان الإيطالي أخيرا على قانون سيئ يتعلق بالإنجاب المساعَد Assisted reproduction، حيث يحظر ذلك القانون تجميد الأجنة وأي أبحاث محتملة على الخلايا الجذعية البشرية». وفي أمريكا، رفض الرئيس بوش تقديم تمويل حكومي لأبحاث الخلايا الجذعية الجنينية، وحظر إنتاج أي خطوط جديدة من الخلايا الجذعية. وهناك ما بين ٢٤ و٦٠ خطا موجودا حاليا، بناء على ما نستمع إليه، لكنه ليس من السهل على العلماء الوصول إلى أي منها. ويقول هيجنز: «المشكلة هي أنه لو توافر لديك

التمويل الخاص، فيمكنك أن تفعل أي شيء ترغب فيه، إذ إن القانون غير صارم فيما يتعلق بالأبحاث التي تتلقى تمويلا خاصا».

وعند طرح السؤال: هل من الأخلاقي أن نستخدم الخلايا الجذعية طبيا؟لا يمكن ألا يكون هذا الموضوع مثيرا للجدل، لكن ما هي الأسباب الحقيقية وراء الدعوة لوضع قيود على أبحاث الخلايا الجذعية؟ بما يفيد هنا أن نستمع إلى رأيين متقابلين من مختصين في هذا الموضوع؛ فمن بين من يجيبون بنعم، نجد الدكتور كريس هيجنز Higgins، وهو مدير مركز العلوم الإكلينيكية التابع للمجلس الوطني للأبحاث بالمملكة المتحدة، والذي يقول: «أعتقد أن هذا الجدل قد استهلك تماما، فقد عبر المعارضون لإجراء الأبحاث على الأجنة البشرية عن رأيهم مرارا وتكرارا وفقدوا حجتهم. والتشريع البريطاني بهذا الخصوص يعد واحدا من أفضل وأنظف وأقوى التشريعات في العالم؛ فهو لا يسمح بإجراء الأبحاث سوى على الأجنة التي تقل أعمارها عن ١٤ يوما، مع الحصول على تصريح من هيئة الإخصاب وعلم الأجنة البشري HFEA، كما يحظر القانون أي شكل من أشكال الاستنساخ الإنجابي. وبالإضافة إلى ذلك، فإذا أردت التوقف عن العمل على الأجنة البشرية لأغراض علاجية، لأمراض خطيرة مثل الشلل الرعاش والداء السكري، فمن المنطقي أنك لا تستطيع الوقوف بعيدا والسماح بتقنيات أطفال الأنابيب، لأنها - بدورها - تستخدم الأجنة البشرية أيضا. فإذا أردت عدم إجراء أبحاث على الأجنة البشرية كلية، ففي رأيي أن علاج الأمراض المستعصية أهم من علاج العقم. ولنكون منصفين، فعلينا إلغاء التشريع المتعلق بأطفال الأنابيب وإنهاء الحمل، وهو أمر لن يحدث»[٨٥].

وعلى الجانب المقابل، ترفض ذلك الدكتورة هيلين وات Wattمديرة مركز ليناكر لأخلاقيات الرعاية الصحية، وهو مركز يساعد الكاثوليك على تفهم وجهة نظر الكنيسة فيما يتعلق بالقضايا المثيرة للخلاف، وفي هذا الخصوص، تعبر د. وات عن رأيها بقولها: «من غير المقبول أن تقتل إنسانا لتساعد آخر. نحن لا نقتل الرضع لعلاج الأطفال في سن العاشرة، ولا الأطفال في سن العاشرة لعلاج البالغين. والاستنساخ العلاجي يصنع الأجنة البشرية تماما بالطريقة المتبعة نفسها في الاستنساخ الإنجابي، الفرق الوحيد هو أن النسيلة Clone لا يُزرَع في جسد امرأة؛ وإنما يتم يُحتفَظ بها حية في المختبر لعدة أيام. وبعد ذلك تُستَخلص خلاياها للاستخدام في التجارب، وهي عملية تعمل على قتلها. ومن الواضح أن هذه العملية أبعد ما تكون عن اعتبارها «علاجية» بالنسبة إلى النسيلة، التي تنتهك حقوقها بمحاولة تحويل الفرد الحي بداخلها إلى علاج لإنسان آخر. فالجنين هو كائن بشري حي منذ أبكر مراحل نموه، فقد بدأنا جميعا حياتنا كأجنة، ولم توجد مرحلة ما لم نكن نمتلك فيها حقوقا وغايات بشرية، بما فيها الحق في البقاء على قيد الحياة والحماية من أن يعتدى علينا»[٨٦].

ومنذ شهور، يخوض السياسيون مناقشات حامية حول أخلاقيات استخدام الأجنة المخزنة في عيادات الخصوبة من أجل أبحاث الخلايا الجذعية، لكن العلماء لا يركزون أنظارهم على الأجنة وحدها؛ فهم يريدون بويضات أيضا، والهدف هو نقل الخلايا الجسدية، وهي تقنية معقدة لدمج البويضات التي أزيلت أنويتها بخلايا بالغة، بغرض إنتاج سلالات من الخلايا الجذعية الجنينية المتخصصة(٨٧)، من أجل دراسة أصول الأمراض ومن ثم البحث عن علاجات جديدة لها. وتتم تلك العملية بواسطة بويضات «تتبرع» بها نسوة راغبات في ذلك. وتنطوي تلك العملية المعقدة على تعريض المرأة لأسابيع من الحقن بالهرمونات وتحليلات الدم، وفي النهاية يتم الحصول على البويضة جراحيا، لذلك فهي تثير قضايا أخلاقية حول مدى أمان هذه العملية، وحول مدى وجوب دفع أموال لأولئك النسوة مقابل وقتهن وجهدهن (يتراوح المبلغ الذي تحصل عليه الواحدة بين ٥٠٠٠ و٢٠٠٠٠ دولار)، وبالتالي فهل تصبح تلك عملية تجارية؟ وهل من الأخلاقي أن تقوم المرأة ببيع بويضاتها؟ وذلك بالإضافة إلى السؤال الأهم وهو: هل المخاطر بالنسبة إلى النسوة المتبرعات أقل من المنافع المفترضة؟ أم العكس؟

٤ - ٨ : الاستنساخ البشري

الاستنساخ (أو التنسيل Cloning) هو اصطلاح علمي يستخدم لوصف عملية صنع نسخة وراثية مطابقة للأصل من خلال نقل أنوية الخلايا الجسدية(٨٨)، وهو التقنية التي جذبت الاهتمام خلال السنوات الأخيرة، وفيها تُنقل نواة خلية جسدية إلى بويضة لصنع جنين متطابق وراثيا مع النواة المتبرع بها، ويمكن استخدام ذلك الجنين في مجال الأبحاث، أو المعالجة (وهو الاستنساخ العلاجي Therapeutic cloning)، كما أنه من الممكن - نظريا - أن ينمو لتكوين طفل مستنسخ؛ وهي عملية تسمى الاستنساخ التوالدي Reproductive cloning. وعلى أي حال، فهناك عدد قليل جدا من العلماء من يقبلون مثل هذا الاستخدام للتقنية. وفي نهاية عام ٢٠٠٢، أعلن عن استنساخ الطفلة حواء Eve بوساطة علماء ينتمون إلى ما يسمى «الطائفة الرائيلية»، وبعد ذلك بأيام أعلن عن استنساخ أطفال آخرين من قبل الطائفة نفسها، ولكن لم يكن ثمة تأييد لصحة ادعائهم من قبل أي مختبر عالمي مستقل، بل إن معظم المختبرات العالمية المعروفة بخبراتها العريقة في مجال الاستنساخ شككت في صحة الادعاءات الرائيلية. ويقدم رائل (مؤسس الطائفة) نفسه على أنه نبي ويدعو إلى تفسير علمي جديد للإنجيل، ويزعم أن الحياة البشرية على الأرض أقامها أشخاص من كوكب آخر وصلوا في أطباق طائرة إلى الأرض قبل ٢٥ ألف سنة، وأن البشر تكاثروا عبر الاستنساخ، ويدّعي إن الاستنساخ سيسمح للبشرية بالوصول يوما ما إلى الخلود(٨٩). وفي يناير ٢٠٠٤، ادعى باحث يوناني اسمه بانايوتيس زافوس Zavos أنه زرع جنينا مستنسخا في رحم امرأة، وقد كانت استجابة المختصين في معظمها تتسم بالازدراء الجماعي، فكما علق كريس هيجنز: «عند إجراء هذه التجارب على الحيوانات، يكون هناك

احتمال كبير لوجود تشوهات جنينية، وبالتالي فإن زرع شيء في امرأة ليس من المحتمل، بل من المرجح، أن يكون غير مأمون، يعتبر أمرا لا يمكن أن يغتفر[٩٠]». ويمضى السير مارتن إيفانز إلى أبعد من ذلك، فيقول بحزم: «أعتقد أنه يجب اعتقاله؛ فإذا ذهبت إلى وسائل الإعلام وأخبرتهم بأني أقوم بخنق النساء في كل ليلة، وهو أمر غير قانوني أيضا، فأعتقد أنني سأصبح عرضة للشبهات. ومن المؤسف على وجه الخصوص أن أناسا مثله، ممن يقومون في الغالب بالدعاية لأنفسهم، يدّعون أنهم علماء».

ينص مرسوم المجلس الأوروبي عن الاستنساخ البشري على أن «تحويل الإنسان إلى آلة عن طريق التخليق المتُعمد لبشر متطابقين وراثيا، هو أمر مناف للكرامة الإنسانية Human dignity، وبالتالي فهو يمثل استخداما خاطئا للطب والبيولوجيا(علم الأحياء)[٩١]».

آثار نجاح إيان ويلموت Wilmut في إنتاج النعجة دوللي المستنسخة عام ١٩٩٧[٩٢] قدرا هائلا من الخلاف والتأمل حول إمكان استنساخ إنسان من خلايا بالغة. وأدى طلب الرئيس الأمريكي وقتها - بيل كلينتون - النصيحة من اللجنة القومية الاستشارية للأخلاقيات الحيوية[٩٣] حول هذا الموضوع، إلى دراسة أوصت بحظر التمويل الفيدرالي لأبحاث الاستنساخ البشري، وتعليق Moratorium مثل هذا النشاط في الشركات والمؤسسات الخاصة، إلى أن يأخذ الكونجرس بعين الاعتبار إجراء حظر تشريعي[٩٤].

قبل أن تُستَنسخ «النعجة» دوللي بنجاح، تطلب الأمر أكثر من ٢٧٠ محاولة فاشلة[٩٥]، حدث العديد منها في مرحلة الانغراس Implantation، ومع ذلك ولد نحو ٣٠٪ من جميع الحيوانات التي استنسخت من ذلك التاريخ وبها شذوذات خطيرة. وُلدت دوللي ولها كروموسومات ذات أطراف Telomeres قصيرة، كما لم تعش لتصل إلى عمر النعجة المولودة طبيعيا، فقد ماتت في الرابع عشر من فبراير ٢٠٠٣ - أي أن عمرها لم يصل إلى ست سنوات، في حين أن مثيلاتها من النعاج يعشن عادة نحو ١٢ سنة، أي ضعف المدة التي عاشتها دوللي. فلو علمنا أن الخلية التي استخدمت لاستنساخ دوللي كان قد حُصِلَ عليها من نعجة عمرها ست سنوات؛ فلو جمعنا عمر الخلية التي استُنسخت منها دوللي مع العمر الذي عاشته فسيكون حوالي ١٢ عاما، وهو متوسط العمر الذي تعيشه الأغنام عادة؛ مما يطرح تساؤلا حول إمكان وجود نوع من البرمجة لطول العمر بحيث إن السنوات الست التي عاشتها دوللي هي مجرد استمرار لبرنامج الحياة الذي تضمنته نواة الخلية التي استخدمت في استنساخ دوللي، فهل يمكن الافتراض هنا بأن العمر الذي يعيشه الحيوان (أو الإنسان) المستنسخ سيتناسب عكسيا مع عمر الخلية المستخدمة في عملية الاستنساخ؛ فإذا جرى - على سبيل المثال - استنساخ شخص يبلغ من العمر ستين عاما فمن الممكن أن نتصور أن عمر الطفل الناتج عن عملية الاستنساخ سيكون قصيرا،

وستظهر عليه علامات الشيخوخة، بما فيها الأمراض، مبكرا - مما قد يؤدي إلى الموت في سن الطفولة(٩٦)؛ مما يثير تساؤلات أخلاقية حول ما يمكن أن نسببه من أضرار للطفل المستنسخ. وإن صحت هذه التوقعات، فلابد أن العلماء سيعيدون النظر جديا في الفوائد المرجوة من عملية الاستنساخ، فمن المسلّم به أننا لا نود استنساخ طفل بشري قبل أن تتوافر لدينا فرصة أعلى بكثير للنجاح، وحتى عندئذ فإن عملية الاستنساخ قد تنتج عيوبا لا تظهر إلا بعد سنين.

٤ - ٩ : المعالجة الجينية (Gene therapy)

تتمثل المعالجة الجينية الجسدية Somatic gene therapy، في محاولة تغيير الدنا DNA داخل عدد كبير من الخلايا المستهدفة، عادة بإدخال المادة الوراثية المعدّلة بواسطة فيروس أو «ناقل» Vector. وقد أجري عدد من محاولات المعالجة الجينية الجسدية في السنوات الأخيرة، غير أنها لم تلق إلا نجاحا ضئيلا نسبيا. والمشكلة هي أن الجسم يتكون من ترليونات الخلايا؛ لذا فلابد من تعديل المادة الوراثية لما يصل إلى ملايين الخلايا إذا أُريد للعلاج أن يكون فعالا. كما أن الخلايا الجسدية المعنية تموت مع الفرد المعالَج، إن لم يكن قبله؛ لذلك فليس لهذا العلاج ثمة آثار باقية عبر الأجيال(٩٧).

ومن المرجح أن تنجح المعالجة الجينية أكثر في علاج الأمراض التي تنتج عن عيوب في جين واحد. وقد تمت الموافقة بالفعل على المعالجة الجينية للاستخدام في معالجة أمراض مثل العوز المناعي المركب الوخيم (SCID)(٩٨)، وفرط كوليسترول الدم العائلي، والتليف الكيسي، وسرطان المبيض والمثانة وغيرها، وتستمر المحاولات في التعرف على المزيد من تلك الأمراض وتجربة معالجتها بتقنية المعالجة الجينية.

أما القضايا الأخلاقية التي تثيرها المعالجة الجينية فيمكن إيجازها في صورة عدد من الأسئلة ومن ثم محاولة الإجابة عنها(٩٩):

أ - ما هو الطبيعي وما هي الإعاقة أو الاضطراب، ومن يحدد ذلك؟

باعتبار أنه من المعتقد أن كل شخص يتميز ببنية وراثية فريدة تختلف عن جميع من عداه من البشر، كيف يمكننا أن نأتي بدلائل على ما هو طبيعي؟ فمما لا شك فيه أن كل إنسان يحتوي جينومه (مجينه) على العديد من العيوب(١٠٠)، فهل هذا يعني أنه لا يوجد إنسان «طبيعي»؟ وهل من الممكن أن نعرّف كون الجينوم طبيعيا بناء على المظهر الخارجي Phenotype لصاحبه؟ ويجرنا هذا إلى سؤال آخر: هل الشخص الذي يحتوي جينومه (مجينه) على عيب ومع ذلك لا يظهر عليه أي مرض ظاهري مصاب باضطراب وراثي؟ وأخيرا: من يمتلك الحق في تقرير ذلك كله؟ هل هو الحكومات؟ أم الأمم المتحدة؟... ليس ثمة إجابة واضحة لعدم وجود سابقة مشابهة للاستناد إليها.

ب - هل تعد الإعاقة مرضا؟ وهل تحتاج إلى علاج أو إلى الوقاية منها؟

لا تُصنَّف الإعاقات في الوقت الحالي على أنها أمراض، لكن هل سنحتاج إلى إعادة التفكير في ذلك مستقبلا؟ وإذا أجيز تشريع ينص على أن المعالجة الجينية لا يمكن أن تستخدم سوى لمعالجة الأمراض، فهل سيُتَخلَّى عن أصحاب الإعاقات؟ فماذا عن أولئك المصابين بالعمى مثلا بسبب عيب وراثي؟ قد لا تستطيع المعالجة الجينية أن تفعل لهم شيئا، لكنها قد تفيد أطفالهم في المستقبل. ولابد هنا من السؤال مجددا: من سيقرر ذلك؟

ج - هل البحث عن شفاء يحط من قيمة الأفراد المصابين حاليا بإعاقات؟

من خلال بحثنا، ببساطة، عن «شفاء» لتلك الإعاقات، فهل نحن نعني ضمنا أن الأشخاص المصابين حاليا بتلك الإعاقات هم غير أسوياء بصورة ما؟ ومن ثم: هل من المحتمل أننا نؤذيهم نفسيا؟ أم هل نمارس عليهم نوعا من التفرقة اليوجينية[١٠١]؟ ومَن يحق له أن يتخذ القرار النهائي في مثل تلك الأمور.

د - هل المعالجة الجينية الجسدية (التي تُجرى على الخلايا البالغة للأشخاص المعروف إصابتهم بالمرض) أقل أم أكثر أخلاقية من المعالجة الجينية من خلال تغيير الطريق الجنسي Germline gene therapy (التي تجرى على الخلايا الجنسية مثل البويضة والحيوانات المنوية وتمنع الصفة الوراثية من الانتقال إلى الأجيال التالية)[١٠٢]؟

هل هو أخلاقيا أكثر أن نعالج شخصا بالغا ويفترض أنه قادر على اتخاذ قراره بنفسه، أم أن نمحو المرض تماما من ذلك الطريق الجيني عن طريق إجراء المعالجة على البويضة والحيوان المنوي قبل أن يندمجا؟ هل هو أخلاقي أن نحاول محو هذا المرض من الوجود باستخدام المعالجة الجينية؟ لو نظرنا إلى العلوم الطبية خلال القرن الماضي أو نحوه، لوجدنا أن هذا كان هو الهدف المنشود مع كل الأمراض، أما الآن فلدينا وسيلة لتنفيذ تلك المهمة على عدد من الأمراض الوراثية المنتقاة، فهل هذا هو الصواب؟ وهل يتعين علينا امتلاك هذه المقدرة أصلا؟ هناك كثيرون ممن يوافقون وآخرون يعترضون[١٠٣].

هـ - إن المحاولات المبدئية للمعالجة الجينية باهظة التكاليف؛ فمن سيمكنه الحصول على تلك المعالجات حين توافرها؟ ومن سيمكنه أن يدفع مقابل استخدامها؟

تعد كلفة المعالجة الجينية، وتقنيات الهندسة الوراثية عموما، من أكبر مخاوف عموم الناس؛ فمن سيمكنه دفع كلفة تلك التقنيات؟ ولا أحد يعرف ما إذا كانت الهندسة الوراثية ستصبح يوما رخيصة وسهلة المنال كالفحص بالموجات فوق الصوتية والإجهاض، فالكثير يعتمد على ما يفترض أن تكون عليه فوائدها. وأكثر المخاوف شيوعا لدى باحثي الأخلاقيات البيولوجية المعاصرين هو أن الأثرياء وحدهم هم من سيمكنهم الحصول على هذا النوع من التقنية الوراثية. لكن، على سبيل المثال، لو تمكنت إحدى التقنيات الحيوية في المستقبل من إيجاد طريقة مأمونة وفعالة للهندسة الوراثية لعلاج مرض وراثي مميت، فسيزيد الدعم المتوافر لها

على الفور[١٠٤]. لكن السؤال هنا هو: هل من الخلق تحديد سعر لمثل تلك المعالجات؟ فإذا قصرنا هذه المعالجة على أولئك الذين يمكنهم دفع مئات الألوف من الدولارات، فهل يعني ذلك اعترافا منا بأن الطبقة الموسرة «متفوقة» على بقية طبقات المجتمع؟ وهل يعني ذلك أننا نعود ثانية لمنزلق اليوجينيا؟

٥ - من يمتلك جيناتنا؟ (قضية براءات الاختراع المتعلقة بالجينوم)

إن القضايا الأخلاقية المتعلقة بتسجيل [براءات اختراع] للجينات Gene patenting وللدنا معقدة ومتشابكة مع غيرها من قضايا الأخلاقيات الحيوية، مثل الموافقة المستنيرة Informed consent، وموضوع الجسم البشري كملكية، وكذلك بحقوق الحيوان وزرع أعضائه في الإنسان (الزرع الغيري)، التي ناقشنا كلا منها في موضعه ضمن سياق هذا البحث. ولفهم الضجة التي تثار حول تسجيل الجينات باسم شركة أو كيان بعينه، سنعود إلى الوراء قليلا، وتحديدا إلى عام ١٩٧٥، حيث عقد في شهر فبراير من هذا العام مؤتمر أطلق عليه مؤتمر أسيلومار Asilomar conference، حول مشروعية إجراء تجارب الهندسة الوراثية ومأمونية الأنماط المختلفة من أبحاث الدنا المأشوب، واعتبر ذلك المؤتمر علامة فارقة فيما يتعلق بالمسؤولية الاجتماعية والتوجيه الذاتي للعلماء[١٠٥]. ومنذ عام ١٩٧٥، اتخذت الحكومات دورا أكبر في عنونة وتنظيم القضايا المتعلقة بالتقنية الحيوية حسب ظهورها، مثل الأغذية المعدلة الوراثية، والاستنساخ، والجينوم.

ولإدراكه بأن الخطاب المتعلق بالأخلاقيات الحيوية قد لا يتمكن من مجاراة التطورات الحادثة في الأبحاث الوراثية، عمل جيمس واطسون - Watson، وهو من اكتشف مع فرانسيس كريك في عام ١٩٥٣ البنية الشبيهة بالحلزون المزدوج للدنا، وأول رئيس لمشروع الجينوم البشري في عام ١٩٩٠ - على تخصيص جزء من التمويل الفيدرالي للمشروع (تبلغ هذه النسبة حاليا ٥٪) لدراسة المضامين الأخلاقية، والقانونية، والاجتماعية ELSI[١٠٦] للأبحاث الوراثية البشرية. وعلى رغم الميزانية الهائلة المخصصة للجنة ELSI، التي تبلغ ١٠ ملايين دولار سنويا، فإنها لا تزال غير قادرة على ملاحقة التطورات الهائلة في هذا المضمار.

وبراءات الاختراع الخاصة بالجينات هي في الأساس مخترعات قانونية لتنظيم العلم. ولابد أن تكون الموضوعات التي تصدر براءات اختراع لها جديدة ومفيدة. وبالتالي فهي في حد ذاتها لا هي أخلاقية ولا غير أخلاقية؛ لكن استخداماتها، على أي حال، قد تكون أخلاقية أو غير أخلاقية[١٠٧]. ويجرنا هذا إلى سؤال مهم: ما هي استخدامات الجينات؟ في علم البيولوجيا، تقوم الجينات بحمل ونقل المعلومات الوراثية، بالإضافة إلى تنظيم أو قيادة الخلية بغرض التكاثر. وفي قانون براءات الاختراع، فإن الكيفية التي تُعدَّل بها الجينات من قِبل البشر قد تصنّف على أنها عملية Process، أو صناعة Manufacture، أو توليفة من المواد، أو أي

تحسين على ما سبق، أو - باختصار - كوسيلة أو كغاية[١٠٨]. وبالتالي، فصاحب براءة الاختراع ليس عليه أي التزامات قانونية أو أخلاقية بخصوص استعمال براءة اختراعه. والحق الوحيد الممنوح له هو استبعاد الآخرين من استخدامه. ويعني هذا الحق الحصري أن استخدام الجينات لم يعد حقا خالصا لمن قاموا بمعالجة Processing الجين المعني. وبالإضافة إلى ذلك، يسري هذا الحق لمدة ٢٠ عاما، وهو ما يمثل معظم - إن لم يكن كل - الفترة التي يكون فيها الفرد قادرا على الإنجاب. وبيت القصيد هنا هو أن تمكين كيان قانوني، مثل شركة تجارية، من امتلاك براءات اختراع متعلقة بمواد وراثية، يمكن أن يؤدي إلى إمكان فَقد القدرة على إعطاء نسل (التعقيم) بموجب القانون de jure، وفي بعض الحالات، قد تؤدي إلى التعقيم بحكم الواقع de facto[١٠٩]، مثل بذور Terminator المسجلة ببراءة اختراع لشركة مونسانتو، التي لا يمكنها إنتاج سوى محصول واحد بسبب التعديل الوراثي الذي أدخل عليها.

إن منح براءات اختراع للجينات هو تفكيك ملكية الجينوم إلى حقوق عدة مثل حق الامتلاك، وحق الاستخدام، وحق البيع، وحق التخلص. وعليه فإن تسجيل الجينات يمثل تحديا لتعريف المجتمع للتكاثر ذاته؛ فالتكاثر قد يعني استنساخا، أو تضخيما، أو صنع نسخ مماثلة في الكمية، وذلك باستخدام «والد» واحد فقط.

وتنطوي قوانين تراخيص براءات الاختراع في معظم البلدان على ثغرات عديدة يمكن النفاذ منها؛ ففي الولايات المتحدة، على سبيل المثال، تختص بالأمر جهتان هما مكتب براءات الاختراع الأمريكي ومحكمة الاستئناف الأمريكية - الشعبة الفيدرالية، وكلاهما يمتلك نظاما لمنح براءات الاختراع يحتاج بشدة إلى إعادة النظر فيه[١١٠]؛ فقد أدى الخلاف حول الاندفاع لتسجيل براءات الاختراع لتتابعات القواعد النتروجينية بالجينات Gene sequences التي ليس لها استخدامات معروفة أو واضحة إلى غضب شعبي عارم، والمناداة بوضع ضوابط صارمة على مثل هذه الممارسات[١١١]. وتتأتى السبيل الوحيدة، لوضع مثل هذه الضوابط الضرورية على الفرعين التنفيذي والقضائي للحكومة الفيدرالية، من خلال الفرع الثالث لتلك الحكومة، وهو الفرع التشريعي؛ فمن دون التحرك على مستوى المؤسسات، هل سيعيد التاريخ نفسه، وتعود سلطة منح براءات الاختراع إلى الكونجرس الأمريكي، مثلما كان الأمر عليه قبل قرون؟[١١٢].

لماذا براءات الاختراع؟

- إن أبحاث الجينوم «ستصبح العمود الفقري لصناعة الأدوية خلال القرن الواحد والعشرين، وذلك لأنها ستوفر المعلومات الأساسية لإنتاج الأدوية والمعالجات الجديدة الأخرى. وعلى أي حال، فمن أجل الاستفادة من هذه المكتشفات، سيتعين استغلالها تجاريا، وبالتالي ضرورة أن تصاحب ذلك حماية حقوق الملكية الفكرية، وبكلمات أخرى - تسجيل براءات الاختراع[١١٣].

- يختص المكتب الأمريكي لبراءات الاختراع، وغيره من الهيئات المانحة للتراخيص في البلدان الأخرى، بمنح البراءات للاختراعات أو الاكتشافات الأصلية، والمفيدة وغير المسبوقة.

- من غير الواضح، على أي حال، ما الذي يتعين على الشركات فعله لإثبات أن الأبحاث الجينية التي ترغب في الحصول على براءات اختراع بشأنها «مفيدة»؛ هل سيتعين عليها العثور على طريقة لاستغلال الجينات، أم سيكفي التخمين بهذا الخصوص؟

من يحاول الحصول على براءات اختراع للجينات؟

- تقدمت المعاهد الوطنية للصحة في الولايات المتحدة بأول أربعة طلبات للحصول على براءات اختراع لبيانات متعلقة بالجينوم في عام ١٩٩١، وقد رُفِضت تلك الطلبات.

- بعد ذلك، تقدمت شركات خاصة عديدة بطلبات مبدئية لتسجيل براءات اختراع متعلقة ببيانات الجينوم زاد عددها على ١٢٧ ألف.

قضية كريج فينتر:

اكتمل مشروع الجينوم البشري رسميا في عام ٢٠٠٣. وبالنسبة إلى مشروع شعبي كان قد حدد لانتهائه عام ٢٠١٠، يعد ذلك تقدما فعالا بدرجة مدهشة.

ويرجع سبب تعجيل موعد التسليم بهذه الصورة الدراماتيكية إلى رجل واحد هو كريج فينتر Craig Venter. ونتيجة عزلته عن المجتمع العلمي الأمريكي بسبب عنف سياساته المتعلقة بمنح براءات الاختراع في أثناء عمله في المعهد الوطني للصحة NIH، فقد أنشأ معهدا مستقلا للأبحاث أطلق عليه اسم معهد الأبحاث الجينومية The Institute for Genomic Research، أو «تيجر TIGR» اختصارا، ثم أعلن في مايو ١٩٩٨ إنشاؤه لشركة Celera genomics، حيث تعني «Celera» السرعة، وهي شركة خاصة أعلن أنها ستكون أول من ينتج الجينوم البشري. كان «فينتر» مدعوما من قبل شركة Applied Biosystems، والتي ساعدها على تطوير أول كمبيوتر محدّد لتتابع القواعد النيتروجينية بالجين Gene sequencer.

كانت جرأة «فينتر» لاستباق مشروع الجينوم البشري HUGO ليصبح أول من «يقرأ» الجينوم البشري، قد أصابت المجتمع العلمي بالصدمة والغيظ، خصوصا عندما أعلن أنه ينوي تسجيل براءة اختراع لكل جين في خلايانا يقوم هو باكتشافه، وبالتالي عدم إتاحة الوصول العام والمجاني لهذه المعلومات الأساسية عن أنفسنا، مما يعد في نظر الأغلبية سلوكا يتسم بالوقاحة.

لكن ذلك لم يثن «فينتر» عن عزمه، فقد أعلن وقتها أنه سينهي مشروع الجينوم بحلول عام ٢٠٠١ (ادّعى أنه يمتلك بالفعل «مسودة أولية» عنه [١١٤])، ولتحقيق ذلك، فقد عمل على تشغيل ٣٠٠ من أقوى أجهزة الكمبيوتر فائقة السرعة المخصصة للأغراض المدنية في العالم - بلغت قيمتها ٨٠ مليون دولار أمريكي على مدار الساعة، لالتهام الكميات

الهائلة من البيانات خلف الشفرة الجينية البشرية - التي تساوي كم المعلومات التي يحتوي عليها ١٠٠٠ دليل للهواتف.

ولم يتمكن المشروع HUGO من تسريع وتيرة عمله إلا بشراء أجهزة مشابهة لتلك، مما أدى في النهاية إلى الانتهاء من المشروع في وقت مبكر.

وقد تعرّض فينتر لهجوم علماء المشروع الحكومي للجينوم، على اعتبار أنه يعتزم التربح من البيانات الخاصة بالجينوم البشري، لكن الذي حدث أن فينتر جعل الوصول إلى المعلومات التي توصلت إليها شركته مجانيا، قبل أن يترك شركة سيليرا في عام ٢٠٠٢ لينشئ مؤسسته الخاصة للأبحاث التي لا تهدف للربح(١١٥). والنقطة المهمة هنا هي أنه على رغم كل الخوف والاشمئزاز الذي سببته أفعال فينتر في جميع أرجاء المعمورة، فإن هناك شيئا واحدا مؤكدا؛ فلو لم يكن قد دلف إلى عالم قراءة الجينوم البشري، لكانت التطبيقات العلاجية لفك الشفرة الجينية أبعد بعشر سنوات عن إنقاذ حياة البشر عما هي عليه الآن.

الجدل ضد براءات الاختراع:

- يوافق أغلب العلماء، حتى أكثرهم سذاجة، على أن البراءات ضرورية لحماية الأعمال الأصلية وإتاحة الفرصة للحصول على الدخل اللازم لتمويل الأبحاث التالية. لكن البراءات تمنح عادة للاختراعات، وليس الاكتشافات، وللأشياء التي لا تنشأ في الطبيعة، ولها استخدامات محددة. ولا ينطبق أي من ذلك بحق على تتاليات الدنا DNA «الخام»، حيث إن الحصول على براءة للدنا خاصتنا يشبه تسجيل حقوق الملكية الفكرية Copyrights للحروف التي تتكون منها قصيدة أو مسرحية، وليس العمل الأدبي ذاته(١١٦).

- ويتمثل الاعتراض الرئيسي على منح براءات بخصوص الجينات البشرية في كون ذلك يهدد استقلالية الفرد، وهو المبدأ الرئيسي في أن يكون كل منا سيد نفسه، وعلى وجه الخصوص مالكا لجسده، وبالتالي لا يحق لفرد ما أن يحصل على حق شرعي بالتحكم في جسد شخص آخر أو جزء منه؛ وهو ما يثير المخاوف بخصوص «الكرامة» البشرية(١١٧).

- وفيما يتعلق بمنح براءات الاختراع تخص الدنا البشري، فيمكن تناول الأمر من خلال التركيز على الأسئلة الأخلاقية التي تطرحها الاستعمالات الأربعة الرئيسية التالية لمتتاليات الدنا البشري(١١٨)، وهي:

١ - الاختبارات التشخيصية: وهي منح براءات اختراع خاصة لمنتجات بعينها، وليس لتتابعات الدنا البشري، على رغم أن هذه المنتجات قد تعتمد على تتابعات الدنا تلك. فإذا ما وُضع في الاعتبار مدى مطابقة منح براءات اختراع للاختبارات التشخيصية المبنية على الدنا البشري للمعايير القانونية، وما إذا كانت تسبب تأثيرات ضارة، ومدى الحاجة الفعلية إليها، وكذلك مدى الحاجة إلى مثل هذا النوع من الحماية القانونية للشركات الصانعة، سنجد أنه نادرا

ما يمكن تبرير منح مثل تلك البراءات، والأفضل أن تطبق عليها المعايير المتبعة نفسها في طلبات منح براءات الاختراع لتتابعات الدنا.

٢ - **الدنا البشري كأداة بحثية:** يُستخدم كثير من تتابعات الدنا في الواقع كأدوات بحثية فقط؛ إذ ليس لها قيمة علاجية أو تشخيصية مباشرة. وكما سبق القول، فإن قضية منح براءات اختراع لتلك التتابعات تثير عددا من الأسئلة الأخلاقية، منها: هل يؤدي حجب الترخيص ببراءات اختراع لها إلى تثبيط الابتكار؟ وهل هي تزيد من كلفة الأبحاث؟ أم أنها تزيد من صعوبتها؟

٣ - **المعالجة الجينية:** فبعض تتابعات الدنا التي قد يكون لها استخدامات متعلقة بالمعالجة الجينية سيكون لها تطبيقات محمية بموجب براءات اختراع، لكن ما نود إثارته هنا هو أن معرفة ارتباط جين ما بمرض بعينه يكتنفه جدل أخلاقي من حيث إن تلك العملية تنطوي على «اكتشاف» معلومات وراثية، وبالتالي لا تنطبق عليها معايير الابتكار، ومن ثم لا يمكن تبرير منح براءات اختراع لها إلا في أحوال نادرة للغاية؛ إذ لابد أن تكون المتوالية الجينية معروفة، وأن تكون مرتبطة بحدوث مرض معين، وأن يمكن - عند النجاح في نقل الجين المعني إلى جسم المريض - تحقيق تحسن في بعض أعراض ذلك المرض.

٤ - **استخدام الجينات في صنع بروتينات علاجية:** ومن أمثلة الأدوية الناجحة في هذا المجال الإريثروبويتين (EPO)، الذي يؤدي إلى ازدياد عدد الكريات الحمراء في الدم، الأمر الذي يمكنها من حمل كمية أكبر من الأكسجين الذي يحتاج إليه الجسم، وخاصة في التمرينات الرياضية[١١٩]؛ وتنطوي هذه العملية في الحقيقة على أخذ المعلومات الوراثية و«تحويلها» إلى منتجات ملموسة، وبالتالي فمن الممكن تبرير منح براءات اختراع - كمنتجات - للبروتينات العلاجية المصنّعة بهذه الطريقة، وذلك بسبب استخدام طريقة تعتمد على تتابعات الدنا[١٢٠].

ومن الضروري هنا التأكيد على أهمية قصر منح براءات الاختراع على حالات محدودة للغاية، وأن يكون ذلك هو الاستثناء وليس القاعدة.

وتتضمن القضايا الأخلاقية المستقبلية المخاوف المتعلقة باتجاهات قد تتخذها الأبحاث في هذا المجال؛ فهناك توقع في القطاع التجاري بأن أنواعا أخرى من الاختبارات التشخيصية، مما لا تستند في عملها على جينات منفردة بل ربما على عدد من الجينات، لها قيمة تنبؤية ضعيفة في الغالب، ستحاول الاستحواذ في المستقبل على حماية قانونية بموجب براءات الاختراع؛ وهنا سنقوم بحماية اختبارات تشخيصية تختص بما يمكن أن نطلق عليه اسم «الجينات الاحتمالية» لأمراض شائعة، وهذه يحتمل أن تتسبب في تقييد معرفتنا بالسبل الكيميائية - الحيوية التي قد يكون لها تطبيقات أوسع بكثير في المستقبل، مما يضر بالبشرية على وجه العموم.

٦ - قضية المساواة وعدم جواز التمييز بين البشر على أسس جينية :

لم يظهر مفهوم «التمييز الجيني» Genetic discrimination في قاموسنا سوى منذ فترة قصيرة، لكن هذه المشكلة أصبحت موثقة جيدا، ففي ما يقرب من ٥٠٠ حالة في الولايات المتحدة وحدها، مُنع أفراد وأعضاء أسر من التوظيف أو فقدوا التأمين على حياتهم بناء على إصابتهم باضطرابات وراثية واضحة أو مفترضة[١٢١]؛ فنتائج الاختبارات الوراثية تُدرج عادة في الملف الطبي للشخص المعني. وعندما يتقدم شخص ما للحصول على تأمين على الحياة أو الصحة أو ضد الإعاقة، قد تطلب شركة التأمين الاطلاع على تلك السجلات قبل اتخاذ قرار بشأن منحه التأمين المطلوب، كما أن أصحاب الأعمال قد يحق لهم الاطلاع على السجلات الطبية لموظفيهم. ونتيجة لذلك، فقد تؤثر نتائج الاختبارات الوراثية في التغطية التأمينية للشخص أو على فرصه في التوظّف. ولذلك فالأشخاص الذين يتخذون القرارات بالموافقة على عمل اختبارات جينية، يجب عليهم أن يضعوا في اعتبارهم احتمال ألا تظل تلك النتائج طي الكتمان إذا أدرجت في ملفاتهم الصحية، مما يثير قضية أخلاقية تناولناها مسبقا في القسم المخصص لبحث خصوصية المعلومات الوراثية.

وكثير ممن عانوا التمييز هم أفراد أصحاء إكلينيكيا ولا تظهر عليهم أي من أعراض الأمراض الوراثية المعروفة. وفي كثير من الحالات، تعطي الاختبارات الوراثية احتمالات غير مؤكدة ولا تعطي تنبؤات محددة لقابلية الإصابة بمرض بعينه. وحتى في أكثر الحالات الوراثية تحديدا، وهي قليلة العدد أصلا، يكون هناك تباين واسع فيما يتعلق ببداية ظهور الأعراض الإكلينيكية ومدى شدتها.

لكن مشكلة التمييز بين البشر على أساس حالتهم الصحية ليست جديدة، ولا هي مقتصرة على الحالات الوراثية، فنحو ٣٠٪ من جميع طلبات التأمين الصحي الفردي في الولايات المتحدة تُرفَض على أسس طبية[١٢٢]؛ فطوال سنوات عديدة، حُرم الملايين من الأمريكيين من الاشتراك في تأمين صحي مفيد لهم بسبب تاريخهم الطبي، مثل الإصابة بالداء السكري أو الإيدز أو ارتفاع ضغط الدم الوخيم وغيرها من الأمراض المكلفة اقتصاديا. ولن تؤدي الثورة الجينية إلى تغيير هذه المشكلة، بل ستزيد عدد الأفراد المتضررين منها[١٢٣].

وبالإضافة إلى ذلك، فإن تصنيف كل إنسان عند ولادته حسب تركيبته الجينية ينطوي على خطر تشكيل مجتمع تقيّم فيه حياة بعض الأفراد على أنها أدنى من غيرها[١٢٤]. فقد تصبح الاختيارات مثل التعليم، والمعاشات التقاعدية والوظائف محدودة بالنسبة إلى ذوي البنية الوراثية الضعيفة أو الأدنى، مما يخلق «طبقة جينية دنيا» Genetic underclass [١٢٥]؛ قد يرتبط الوصم فيها بحدوث بعض أنواع المخاطر الجينية.

وعلى الرغم من أن التحري الوراثي قبل الولادة وإجهاض الأجنة الحاملة لـ «مخاطر وراثية كبيرة» ليسا مفروضين من قبل معظم الحكومات، فإنهما قد يصبحان أكثر شيوعا في المستقبل. كما أن قوانين غالبية الدول لا تحتوي على نصوص صريحة تمنع شركات التأمين أو أرباب الأعمال من استخدام نتائج الاختبارات الوراثية لرفض منح التغطية التأمينية أو منع تعيين موظف ما.

وعلى الرغم من وجود العديد من القوانين التي سُنَّت لحماية الأفراد ضد التمييز الجيني، فإن مجال الاختبارات الجينية يشهد تطورات متسارعة، كما أن تلك القوانين لا تغطي جميع الحالات المحتملة.

كيف يمكن التقليل من خطر التمييز الجيني؟ يمكن ذلك من خلال تحقيق ما يلي:

١ - الاحتفاظ بنتائج الاختبارات الوراثية بصورة منفصلة عن السجلات الطبية المعتادة للمريض، وبالتالي يقل احتمال اكتشافها عند طلب الاطلاع على ملفه الطبي. وكثير من عيادات الوراثة يحتفظ بما يسمى بـ «الملفات الشبحية» Shadow files لهذا الغرض، وهي ملفات طبية غير مدرجة في نظام الملفات الطبية الأساسي للعيادة، رغم أن هذه الممارسة قد تتغير بموجب القوانين الجديدة المنظمة لطريقة حفظ الملفات الطبية. وعلى أي حال، فمن حق المرضى أن يطلبوا من أطباء الرعاية الصحية الأولية لهم عدم إدراج تلك البيانات في الملفات الطبية التي يحتفظون بها.

٢ - سماح بعض عيادات الأمراض الوراثية للمرضى بأن يجروا الاختبارات الوراثية من دون تسجيل أسمائهم، وتحت أسماء مستعارة، وهي إستراتيجية تستخدم أحيانا عند إجراء الاختبارات المشخصة لفيروس العوز المناعي البشري المسبب لمرض الإيدز. وعلى أي حال، فكثير من المؤسسات الطبية ترفض هذه الطريقة لاعتبارات قانونية وأخلاقية، مثل صعوبة الاتصال بأولئك المرضى لاحقا إذا لزم الأمر، أو في حالة النصب على شركات التأمين.

٧ - رأي الدين

٧ - ١ : الضوابط الشرعية للهندسة الوراثية :

يرى الدكتور أحمد كنعان[١٢٦] أن القضايا الوراثية تعتبر قضايا مستحدثة، تطرق أبوابا جديدة تماما لم يسبق لأهل الفقه أن واجهوها من قبل، وبما أن تلك القضايا يترتب عليها أحكام شرعية عديدة، فإنَّ التجارب والدراسات والبحوث التي تجرى في حقل الهندسة الوراثية يجب، إلى جانب الضوابط العلمية التي يقررها أهل البيولوجيا، أن تخضع لبعض الضوابط الشرعية التي أوجزها فيما يلي:

١ - بما أن الهندسة الوراثية يمكن أن تُغيِّر التركيبةَ الفطريَّةَ التي رَكَّبَ الخالقُ عزَّ وجلَّ عليها خَلْقَه، فيجب أن يكون حاضرا في أذهاننا - ونحن نخوض في حقل الهندسة الوراثية - ذلك الوعيد الخبيث من إبليس بإغواء آدم لتغيير خلق اللّه، حيث قال: ﴿**ولآمرنّهم فليغيّرنّ خلق الله**﴾ سورة النساء: وهذا يعني أن نحذر من الوقوع في المحظور، فلا نرتكب مثل هذا التغيير الشيطاني، كأن نستهدف بالهندسة الوراثية مثلا إنتاج سلالات بشرية متفوِّقة ذات صفات خارقة للعادة كما يتخيَّل بعض العلماء، فهذا الفعل قد يُخِلُّ بالتركيبة العضوية والاجتماعية والنفسية لبني البشر. ولذا فإن التغيير المستهدف بالهندسة الوراثية يجب أن يكون مشروعا، كأن يكون مثلا لعلاج تشوه أو مرض، أو لإنتاج أعضاء بديلة تنفع في زراعة الأعضاء، وما شابه ذلك من الأغراض المشروعة التي بيَّنا بعضها في السطور السابقة، وقد أكد مجلس المجمع الفقهي الإسلامي أنه «لا يجوز استخدامُ أيٍّ من أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله في الأغراض الشَّريرة والعدوانيَّة، وفي كلِّ ما يَحْرمُ شرعا، ومن ذلك العبث بشخصيَّة الإنسان ومسؤوليته الفردية أو التَّدَخُّل في بنية المورثات بدعوى تحسين السُّلالة البشرية».

٢ - يجب على المشتغلين بالهندسة الوراثية أن يتجنبوا الممارسات المحرَّمة، مثل التجارب التي تؤدي إلى اختلاط الأنساب ونحوها.

٣ - يجب أن تخضع شتى التجارب والتطبيقات العملية التي تجري في حقل الهندسة الوراثية للإشراف العلمي والشرعي الدقيق من قبل هيئة شرعية علمية متخصِّصة تضم علماء متخصصين بالهندسة الوراثية إلى جانب فقهاء متمرسين بالفقه الطبي، وذلك منعا لاستغلال هذا العلم في أغراض غير مشروعة، ودرءا للأخطار المحتملة التي قد تنجم عن العبث في هذا الحقل الحيوي الدقيق.

٤ - من الحكمة عدم التسرع في إبداء الرأي الشرعي في المسائل المتعلقة بالهندسة الوراثية، وإرجاء الحكم فيها حتى تستبين أبعادها بصورة جلية لا تحتمل اللَّبس، وعندئذ يمكن إصدار الحكم الشَّرعي لكل مسألة منها، وهذا الحكم يجب أن يكون مدعما بالأدلة الشرعية الوافية، وأن يصاحبه ذكر التحفظات الشرعية إذا لزم الأمر.

٥ - بما أن الإسلام يحض على العلم في شتى أبوابه، فإن مواصلة الدراسات والبحوث في حقل الهندسة الوراثية أمر مرغوب فيه، لما فيها من آمال عريضة تعد بعلاج الكثير من الآفات المستعصية التي لم يهتد الطب إلى علاج ناجع لها حتى الآن.

٢ - ٧ : الإسلام والتحري الوراثي

الاهتمام بالنواحي الصحية للفرد والأسرة والمجتمع، هو شغل الأمم والشعوب، بغية تكوين مجتمع يتمتع أفراده بالقوة البدنية والعقلية، ولهذا فقد انبرت الهيئات والمؤسسات الصحية في كل مجتمع، إلى رعاية أفراده صحيا، سواء قبل الولادة أو بعدها، لتجنيبهم الأمراض التي

قد تصيبهم لأسباب بيئية أو وراثية، وقد فتح اكتشاف الجينوم البشري وحل رموز الشفرة الوراثية في عصرنا، المجال لإمكان الاستفادة منهما في مجالات الرعاية الصحية المختلفة التي منها: تحسين النسل وإنجاب ذرية قوية لا تحمل الكثير من الأمراض الوراثية، باختيار أزواج حاملين لصفات وراثية معينة، مثل: قوة البنية، أو طول القامة، أو قوة المناعة، أو زيادة الخصوبة، أو شدة الذكاء، أو عدم حمل أمراض وراثية خطرة من أسلافهم، أو نحو ذلك من صفات مرغوبة.

وقد رغَّب الشارع في الزواج، لأنه يحقق المقصود من إنجاب النسل الذي تعمر به الأرض، إذ روي عن أنس رضي الله عنه أن رسول الله صلى الله عليه وسلم قال: «النكاح سنتي، فمن رغب عن سني فليس مني»(١٢٧)، وروي عن ابن مسعود رضي الله عنه أن النبي صلى الله عليه وسلم قال: «من استطاع منكم الباءة فليتزوج، فإنه أغض للبصر وأحصن للفرج، ومن لم يستطع فعليه بالصوم فإنه له وجاء»(١٢٨).

كما رغَّب كل من يريد الزواج باختيار الشريك الذي يتحقق بالزواج منه، المقصود الشرعي من الزواج، ومن الصفات التي رغَّب الإسلام في توخيها عند إرادة الزواج: الدين، والعفة، والصلاح، والكفاءة، والخصوبة، وحسن الخلق، والبكارة، والزواج من غير القريبات.

وتفيد هذه النصوص أن الإسلام وإن رغّب في الزواج، إلا أنه رغّب في توخي بعض الصفات في الطرف الذي يُراد الزواج منه، من شأنها تحقيق دوام العشرة بين الزوجين، وتحقيق مقصود الشارع من إنجاب النسل الكثير الصالح، الذي يتحقق به إعمار الأرض.

وتحقيق هذه الصفات لا يتأتى إلا باختيار الصالح من الأزواج: دينا، وكفاءة، وخلقا، وصلاحا، وعفة، وبكارة، وخصوبة، وبعض هذه الصفات المرغوبة لا يمكن الوقوف على حقيقتها، ومدى توافرها في الطرف الذي يُراد الزواج به، إلا بإجراء الفحوص الطبية السابقة على الزواج، وبالتالي فإن إجراءها قبل الزواج يعد أمرا مشروعا، لأنه وسيلة إلى تحقيق هدف رغّب فيه الشارع، وللوسائل حكم غاياتها.

ولما كان إنجاب النسل القوي أمرا مشروعا، فقد استُحدث من وسائل الفحص الجيني، ما يمكن به معرفة ما إذا كان الزواج بين اثنين يحملان جينات معينة سيترتب عليه إما إنجاب نسل سوي، وإما نسل يحمل أمراضا أو تشوهات وراثية تُضعف منه، ولهذا فإن ذلك الفحص مشروع، لأنه وسيلة إلى تحقيق مقصود الشارع، ومن ثمَّ فلا يوجد مانع شرعي من توخي الصفات الوراثية في مريد الزواج ذكرا كان أو أنثى تحقيقا للصفات التي رُغِّب فيها شرعا في النصوص السابقة، وذلك لأن توخي هذه الصفات الوراثية يتحقق به إنجاب الذرية القوية، التي تعمر الأرض، ويتحقق بها مقصود الشارع من الزواج(١٢٩).

٧-٣ : الإسلام والبصمة الوراثية (DNA Fingerprinting) والجينوم :

قبل اتخاذ توصياته بخصوص الضوابط والمعايير الشرعية والأخلاقية لأبحاث الجينوم البشري، أقر مجلس المجمع الفقهي الإسلامي بمكة المكرمة التعريف التالي للبصمة الوراثية: «البصمة الوراثية هي البُنية الجينية التي تدل على هوية كل إنسان بعينه، وأفادت البحوث والدراسات العلمية أنها من الناحية العلمية وسيلة تمتاز بالدقة، لتسهيل مهمة الطب الشرعي. ويمكن أخذها من أي خلية (بشرية) من الدم، أو اللعاب، أو المني، أو البول، أو غيره.»[١٣٠]

وبعد إجراء دراسة ميدانية مستفيضة للبصمة الوراثية، والاطلاع على البحوث التي قدمت في الموضوع من الفقهاء والأطباء والخبراء، توصل مجلس المجمع الفقهي الإسلامي إلى القرارات التالية[١٣١]:

أولا: لا مانع شرعا من الاعتماد على البصمة الوراثية في التحقيق الجنائي، واعتبارها وسيلة إثبات في الجرائم التي ليس فيها حد شرعي ولا قصاص لخبر (ادرؤوا الحدود بالشبهات)، وذلك يحقق العدالة والأمن للمجتمع، ويؤدي إلى نيل المجرم عقابه وتبرئة المتهم، وهذا مقصد مهم من مقاصد الشريعة.

ثانيا: إن استعمال البصمة الوراثية في مجال النسب لابد أن يحاط بمنتهى الحذر والحيطة والسرية، ولذلك لابد أن تقدم النصوص والقواعد الشرعية على البصمة الوراثية.

ثالثا: لا يجوز شرعا الاعتماد على البصمة الوراثية في نفي النسب. ولا يجوز تقديمها على اللعان.

رابعا: لا يجوز استخدام البصمة الوراثية بقصد التأكد من صحة الأنساب الثابتة شرعا، ويجب على الجهات المختصة منعه وفرض العقوبات الزاجرة، لأن في ذلك المنع حماية لأعراض الناس وصونا لأنسابهم.

خامسا: يجوز الاعتماد على البصمة الوراثية في مجال إثبات النسب في الحالات الآتية:

أ - حالات التنازع على مجهول النسب بمختلف صور التنازع التي ذكرها الفقهاء، سواء أكان التنازع على مجهول النسب بسبب انتفاء الأدلة أو تساويها، أم كان بسبب الاشتراك في وطء الشبهة ونحوه.

ب - حالات الاشتباه في المواليد في المستشفيات ومراكز رعاية الأطفال ونحوها، وكذا الاشتباه في أطفال الأنابيب.

ج - حالات ضياع الأطفال واختلاطهم، بسبب الحوادث أو الكوارث أو الحروب، وتعذر معرفة أهلهم، أو وجود جثث لم يمكن التعرف على هويتها، أو بقصد التحقق من هويات أسرى الحروب والمفقودين.

سادسا: لا يجوز بيع الجينوم البشري لجنس، أو لشعب، أو لفرد، لأي غرض، كما لا تجوز هبته لأي جهة، لما يترتب على بيعه أو هبته من مفاسد.

وبالإضافة إلى ذلك، فقد تضمنت الوثيقة الإسلامية لأخلاقيات الطب والصحة[١٣٢]، بندا خاصا عن بحوث الهندسة الوراثية، ينص على أنه:

١- لا يجوز إجراء أي بحث أو القيام بأي معالجة أو تشخيص يتعلق بمجين (جينوم) شخص ما إلا بعد إجراء تقييم صارم ومسبق للأخطار والفوائد المحتملة المرتبطة بهذه الأنشطة مع الالتزام بأحكام الشريعة في هذا الشأن، والحصول على القبول المسبق والحر والواعي من الشخص المعني، وفي حالة عدم أهليته للإعراب عن هذا القبول يجب الحصول على القبول أو الإذن من وليه مع الحرص على المصلحة العليا للشخص المعني. وفي حالة عدم أهلية الشخص المعني للتعبير عن قبوله لا يجوز إجراء أي بحوث تتعلق بمجينه (جينومه) ما لم يكن ذلك مفيدا لصحته فائدة مباشرة وبموافقة وليه.

٢- ينبغي احترام حق كل شخص في أن يقرر ما إذا كان يريد أولا يريد أن يحاط علما بنتائج أي فحص وراثي أو بعواقبه.

٣- لا يجوز لأي بحوث تتعلق بالمجين (الجينوم) البشري، أو لأي من تطبيقات هذه البحوث، ولا سيما في مجالات البيولوجيا وعلم الوراثة والطب أن تعلو على الالتزام بأحكام الشريعة الإسلامية واحترام حقوق الإنسان التي يعترف بها الإسلام ولا أن ينقص من الحريات الأساسية والكرامة الإنسانية لأي فرد أو مجموعة أفراد.

٧ - ٤ : رأي شرعي في المسائل الأخلاقية المتعلقة بالأجنة الفائضة

خلال عمليات الإخصاب خارج الرحم، يتبقى عادة عدد من البويضات المخصبة في المختبر؛ إذ يمكن تلقيح عشرين بويضة ولا يستخدم منها إلا اثنان أو ثلاث مثلا، فما حكم البقية الفائضة؟ يطرح ذلك الموضوع عددا من القضايا الأخلاقية والشرعية التي يمكن إيجازها فيما يلي:

١ - هل يجوز إهدارها والإزهاق بها أو يحرم ذلك؟

٢ - هل يجب الدية بإهدارها؟

٣ - هل يعزل لها من الإرث سهمها؟

٤ - ما الحكم بالنسبة إلى عدة صاحبتها؟

٥ - هل يعطّل الحد الشرعي بالنسبة إلى صاحبتها؟

٦ - من يملك التصرف فيها؟

٧ - هل يجوز نقلها في رحم صاحبتها بعد وفاة زوجها أو بعد طلاقها؟

ويجيب عن تلك التساؤلات مؤلف كتاب الفقه والمسائل الطبية [١٣٣] كما يلي:

أمّا **السؤال الأول** فجوابه أنّه لا مصرف للبويضات الفائضة إلاّ رحم صاحبتها أيام حياة زوجها، فإن أمكن وجب إبقاؤها على الأحوط حتى تنقل إليها، وأن لم يمكن، ولو بانصراف صاحبتها عنها، فلا بد من إتلافها حذرا من استعمالها على نحو يحرم شرعا.

نعم، إذا كانت البويضات في الأنبوبة في مسير حياتها الإنسانية وأمكن ذلك طبيا ولم يستلزم مؤونات كثيرة فالأحوط لزوما إبقاؤها، بل إذا تعلق بها الروح وجب حفظها كلما أمكن فإنها نفس محترمة يحرم إتلافها، بلا فرق بين كونها في رحم أو في أنبوبة أو في محل آخر.

وجواب السؤال الثاني أنّه إذا وجب إهدارها لا دية لها، وإذا تعلق بها الروح وأمكن حفظها وجب الدية جزما على من أتلفها، وإذا لم تتعلق بها الروح وكانت في مسيرها إلى الحياة الإنسانية فالأحوط لزوما وجوب الدية بالشرطين المذكورين، (أيّ إمكان حياتها إلى ولادتها في الأنبوبة طبا ووجود من يقوم بمؤنتها). وعلى كلٍ فالأحوط للطبيب ألا يخصب البويضات أكثر من حاجة صاحبتها.

وجواب الثالث أنّها إذا تعلق بها الروح وخرجت من الأنبوبة إنسانا حيا يرث أباه، وقد مرّ الإشكال في نسبه إلى صاحبة البويضة، فإنّ الحكم بأمومتها مع قوله تعالى: ﴿**إنْ أُمهاتهم إلاّ اللائي ولدنهم**﴾[١٣٤] مشكل، وإذا علموا بعدم خروجها حية فلا يعزل له سهم وأما إذا شكّ فالأحوط عزل السهم له، وكذا إذا علم بخروجه حيا من الأنبوبة. ويمكن أن يقال بعدم وجوب عزل سهم له، لأن موضوعه الحمل ولا يصدق على ما في الأنبوبة حمل بوجه، فإذا خرج حيا وقد قسم الورثة الإرث بينهم عليهم ان يرد كل واحد من سهمهم ما يبلغ حق الحي المذكور.

وأما **جواب الرابع** فهو منفي جزما، فإن وجود البويضة في الأنبوبة لا يجعلها حاملا، وهذا واضح.

و**جواب الخامس** أنّه لا يعطل الحد عليها، نعم إذا فرضنا الجنين في معرض الخروج عن الأنبوبة حيا، ولا توجد له حاضنة ومربية سواها ففي جريان الحد عليها تردد، وتحقيقه في محله.

وجواب السادس أنّ حق الأولوية لصاحب الحيوان المنوي وصاحبة البويضة، وإذا مات أحدهما سقط حق الاستفادة عن البويضة المخصبة نهائيا.

وأما جواب الأخير فهو أن النقل المذكور غير جائز.

٥-٧ : رأي في حكم المشورة الوراثية (الإرشاد الجيني[١٣٥] قبل الزواج)

يقول الدكتور ناصر بن عبد الله الميمان الأستاذ المساعد بقسم الشريعة - كلية الشريعة والدراسات الإسلامية بجامعة أم القرى، في سياق بحثه عن المشورة الوراثية من منظور فقهي، ومدى شرعية إلزام جميع الراغبين في الزواج بالخضوع لاختبارات التحري الوراثي [١٣٦]:

استنادا للفوائد المترتبة على هذه الوسيلة، وبناء على ما فيها من دفع للضرر قبل وقوعه، ولتحقيقها للمقاصد الشرعية في الأحكام من صيانة النفس والنسل، فإن عمل هذا الفحص جائز، مع اشتراط الوسيلة المباحة الآمنة، ويجب في الحالات التالية:

١ - إذا انتشر الوباء في مجتمع معين أو مجموعة عرقية معينة.

٢ - إذا ألزم به ولي الأمر فإن طاعته واجبة في هذا المعروف لأنه تصرف منوط بالمصلحة، ويتحمل الضرر الحاصل فيه لأنه من قبيل تحمل الضرر الخاص لدفع ضرر عام.

والقول بوجوبه مطلقا بعيد لأن فيه إيجاب حق لم يأت الشرع به ولم يدل عليه، وفيه حرج على المكلفين نفسيا وماليا، ويترتب على القول بوجوبه مطلقا مفاسد ربما أدت إلى إحجام الشباب عن الزواج، وحيث إن هذا الفحص لا يبحث سوى مرض واحد أو اثنين ونتائجه ليست متحققة في الواقع بشكل كامل، وربما تخطئ وتصيب، وقد يحدث المرض الوراثي بعوامل أخرى.

وإذا قلنا بالوجوب المطلق فإن هذا الحكم ستكون مآلاته على خلاف ما قصد منه، فإنه بالنظر في الواقع إذا وزن القول بالوجوب المطلق بميزان المصالح والمفاسد يظهر لنا كثير من المفاسد التي ستنشأ عن تطبيق هذا الحكم، الأمر الذي يخالف مقصود الأصل الذي يسعى إليه المجتهد.

٧ - ٦ : رأي الدين في الاستنساخ في البشر (Human cloning)[١٣٧]

خلط بعض الباحثين بين عملية الاستنساخ وطفل الأنابيب، وحاولوا الربط بينهما، إلا أن الحقيقة العلمية والشرعية تخالف ذلك للفرق الشاسع بين الحالتين، ففي عملية طفل الأنابيب تكون البويضة من الأم والحيوان المنوي من الزوج وكلاهما خلية جنسية، كما أن الزوجة في عصمة زوجها وفي أثناء حياته ولا وجود لطرف ثالث في العملية وبهذا تختلف عملية طفل الأنابيب عن عملية الاستنساخ. من ناحية أخرى ربط آخرون بين عملية الاستنساخ وزراعة الأعضاء، إلا أنه من الناحية الشرعية والقانونية لا وجود لمثل هذا الربط لأنه لأسباب أخلاقية فإن عملية الاستنساخ إذا حدثت فستكون لمخلوق كامل الأهلية له كل الحقوق الإنسانية ولا يجوز شرعا وقانونا أن يُعبَث بهذا المخلوق.

ويقول د. نصر فريد واصل، مفتي جمهورية مصر العربية الأسبق إن الإجماع قائم على أن الاستنساخ البشري غير جائز من الناحية العلمية والطبية والإنسانية، وحتى الأخلاقية والاجتماعية، وأكد أن العلم يقوم على ثلاث: الإيمان والأخلاق وخدمة البشرية، وأن يحافظ العلم على الدين والنفس والنسل والعقل والمال، وأي خلل في هذه الضروريات هو فساد للبشرية التي خلقها الله سبحانه.

وأفاد د. عبد المعطي بيومي، أستاذ العقيدة في جامعة الأزهر أن القاعدة الشرعية تقول ما زاد ضرره على نفعه فهو حرام. وقد أكدت الحقائق الآن أن للهندسة الوراثية ضررا أكثر من أن تكون نافعة، ويطبّق ذلك على عملية الاستنساخ[١٣٨].

والواضح أنه من الناحية الشرعية فإن المفاسد المترتبة على عملية الاستنساخ متعددة، إلا أنه لم تصدر فتاوى شرعية متعلقة بهذا النوع من العمل الطبي من علماء المسلمين، إلاّ أن البعض منهم أبدى رأيا بهذا الخصوص[١٣٩]. وقال إن الإسلام يرفض مثل هذه العمليات التي أفسدت العلم والبحث العلمي، وإن منطق الشرع الإسلامي بنصوصه المطلقة وقواعده الكلية ومقاصده العامة يمنع دخول الاستنساخ في عالم البشر لكثرة المفاسد الأخلاقية والشرعية المترتبة عليه ومنها ما يلي:

١ - **الاستنساخ ينافي سنّة العلاقة الزوجية**: إن عملية الاستنساخ تنافي العلاقة الزوجية التي حث عليها الدين الإسلامي برافديه من القرآن والسنّة النبوية الشريفة، ذلك أن الله سبحانه قد خصّص في خلقه كل مخلوق من ذكر وأنثى سواء الإنسان أو الحيوان أو الطيور أو الحشرات أو النبات. وقد أشار القرآن الكريم إلى ذلك في مواضع عديدة منها: ﴿**وَخَلَقْنَاكُمْ أَزْوَاجًا**﴾[١٤٠]، ﴿**وَأَنَّهُ خَلَقَ الزَّوْجَيْنِ الذَّكَرَ وَالْأُنثَى. مِن نُّطْفَةٍ إِذَا تُمْنَى**﴾[١٤١]. بينما نرى أن عملية الاستنساخ تقوم على الاستغناء عن أحد الجنسين والاكتفاء بجنس واحد. ولهذا فإن الاستنساخ في الواقع ضد الفطرة التي فطر الله تعالى الناس عليها، فالإنسان بفطرته يحتاج إلى الجنس الآخر ليس فقط لمجرد التناسل والتكاثر، بل ليسكن إليه ويكمل كل منهما الآخر مصداقا لقول الله تعالى: ﴿**بَعْضُكُم مِّن بَعْضٍ**﴾؛[١٤٢] ﴿**هُنَّ لِبَاسٌ لَّكُمْ وَأَنتُمْ لِبَاسٌ لَّهُنَّ**﴾.[١٤٣] من ذلك يتضح أن الاستنساخ هو في الواقع مفسدة عظيمة وليس للإنسان مصلحة به، بل يسبب مشكلات أخلاقية عديدة؛ فهو لا يحقق سكن كل من الزوجين إلى الآخر، ويطمس صلة الرحمة والمودة للذرية، ويمحو جو الأسرة والأمومة الحانية والأبوة الراعية، كما لا يحقق ما يحتاج إليه الطفل البشري من رعاية وعيش كريم في ظلال الأسرة وحماها ورعايتها، لذلك وجب على الطبيب المسلم أن ينأى بالعلم الذي يتسلح به والخبرة المكتسبة من أن يقوم بهذا العمل للمفسدة الناتجة عنه.

٢ - **الاستنساخ ينافي صفة التنوع**: خلق الله الكون على قاعدة التنوع، وقد وردت بصور متعددة في القرآن الكريم، وذكر الله تعالى في كتابه: ﴿**أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ. وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ كَذَٰلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ**﴾[١٤٤]. والملاحظ أن خاصية الاستنساخ تناقض صفة التنوع، ذلك أن الاستنساخ يقوم على تخليق نسخة مطابقة تماما للشخص المستنسخ، وعليه تترتب مفاسد كثيرة منها ما ندركه والبعض الآخر قد لا ندركه، وجزء ثالث قد ندركه بعد حين. ومن المفاسد أيضا أن الاستنساخ قد يؤدي إلى أعمال الشر في القانون البشري، شأنه في ذلك شأن ما قد حدث عند استخدام المواد النووية في المجال الطبي وإنتاج الطاقة، ثم تحول ذلك لاستخدامها في

القتل والتدمير كأسلحة فتّاكة قد تقضي على البشرية عند استخدامها في التدمير وإهلاك الحرث والنسل.

٣ - **العلاقة بين الشخص المستنسخ والمستنسخ منه:** مثل هذا الأمر ينتج عنه قضية شائكة ذلك أنه من الواضح أن كل منهما غير الآخر، فعلى الرغم من حمله الصفات الكروموسومية نفسها: الجسمية والعقلية والنفسية، فإن كل منهما لم يأت في اللحظة نفسها، بل بينهما فترة زمنية قد تكون سنة أو عقودا، وحيث إن الزمن متغير، أي أن لكل زمن بيئته وثقافته وتربيته فلا شك أن ذلك سيجعل من المستنسخ شخصا آخر في سلوكه ومعارفه، لأن ذلك من الصفات المكتسبة، ولا يمكن استنساخها. لذلك يطرح في هذه الحالة سؤال مشروع هو: ما هي الصلة التي تربط بين المستنسخ والمستنسخ منه؟ هل هو ابن وأخ وشخص غريب عنه؟ وقد يقول البعض إن المستنسخ هو ابن للأم التي وضع في رحمها وحملت به وولدته، ويدللون على ذلك بقول الله تعالى: ﴿إِنْ أُمَّهَاتُهُمْ إِلا اللائِي وَلَدْنَهُمْ وَإِنَّهُمْ لَيَقُولُونَ مُنكَرًا مِّنَ الْقَوْلِ وَزُورًا وَإِنَّ اللَّهَ لَعَفُوٌّ غَفُورٌ﴾[١٤٥]. ويرى بعض الباحثين[١٤٦] أن قول هذا البعض غير صحيح ويخالف ما ذكره الله تعالى في هذه الآية الكريمة لعدم معرفة من هو أب هذا المستنسخ، كما أن خاصية الاستنساخ قد تحدث بين خلية امرأة وبويضة امرأة أخرى، أو خلية امرأة وبويضتها ثم تزرع في رحمها، لهذا ففي هذه الحالة لا وجود لذكر، وهو أمر مخالف للشرع والعقل والمنطق. كذلك قد يقول البعض الآخر إن المستنسخ توأم للمستنسخ منه، ذلك أن التوأمين مخلوقان من بويضة واحدة، وهذا أمر أيضا مخالف للشرع والمنطق، ذلك أن الأخوة رابطة متفرعة من الأبوة والأمومة، فكيف لنا إثبات الفرع دون إثبات الأصل؟

الهوامش

1 يتكون جزيء الدنا (Deoxyribonucleic Acid; DNA) في البشر والرئيسات، من خيطين ملتفين أحدهما حول الآخر، بحيث يشبهان السلم الملتوي الذي يوصل جانباه، المكونان من جزيئات السكر والفوسفات، روافد Rungs من المواد الكيميائية المحتوية على النيتروجين، التي تسمى القواعد Bases ويرمز إليها اختصارا A وT و C وG (حيث يرمز الحرف A إلى القاعدة النتروجينية أدينين Adenine؛ والحرف T إلى القاعدة ثيامين Thiamine؛ والحرف C إلى القاعدة سيتوزين Cytosin؛ والحرف G إلى القاعدة جوانين Guanine). وتتكرر هذه القواعد ملايين أو مليارات المرات في جميع أجزاء الجينوم. ويحتوي الجينوم البشري، على سبيل المثال، على ثلاثة مليارات زوج من هذه القواعد، في حين يحتوي الجسم البشري على نحو ١٠٠ ترليون (١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خلية. ويعد الترتيب المحدد للحروف A وT وC وG غاية في الأهمية. فهذا الترتيب يحدد جميع أوجه التنوع الحيوي، ففي هذا الترتيب تكمن الشفرة الوراثية Genetic code، فكما أن ترتيب الحروف التي تتكون منها الكلمات هو الذي يجعلها ذات معنى، فإن ترتيب هذه الحروف يحدد كون هذا الكائن الحي إنسانا أو ينتمي إلى نوع حي آخر كالخميرة أو ذبابة الفاكهة مثلا، التي يمتلك كل منها الجينوم الخاص بها والتي ركزت عليها أبحاث وراثية عديدة. ونظرا إلى أن جميع الكائنات الحية ترتبط بعلاقات مشتركة من خلال التشابه في بعض متواليات الدنا DNA، تمكننا التبصرات التي نحصل عليها من الكائنات الحية غير البشرية من تحقيق المزيد من الفهم والمعرفة لبيولوجية الإنسان.

2 إيهاب عبد الرحيم محمد؛ الجينوم: ذلك المجهول. مجلة العربي، العدد ٥٠٦، يناير ٢٠٠١.

3 Susan Aldridge. Who will own your body? Focus, August 2000.

4 التعرضية Predisposition لا تعني أن حاملي مثل هذه الجينات سيصابون دون شك بالمرض المعني، لكنها تعني أنهم معرضون لخطر أكبر للإصابة به مقارنة بأولئك الذين لا يحملون تلك الجينات.

5 Brody H. The physician-patient relationship. In: Vetach R, ed. Medical Ethics. Boston and Prtola Valley : Jones and Bartlett, 1989:65-91.

6 Pierre Mallila, Biomedical ethics: The basic principles. Student BMJ, Vol. 11, May 2003, pp. 142-143.

7 ناهدة البقصمي. الهندسة الوراثية والأخلاق. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، سلسلة عالم المعرفة، العدد ١٧٤، ص ٥٤.

8 Beauchamp TL & Childress JF (1994) Principles of biomedical ethics (4th edn). Oxford University Press.

9 See: Thomas R. McCormick, Principles of Bioethics. in ETHICS IN MEDICINE website ;University of Washington, School of Medicine.

10 Alberts ,B, et al. Essential Cell Biology: An Introduction to the Molecular Biology of the Cell .New York: Garland Publishing,Inc.1998.

11 Associated Press, "International Consortium Completes Human Genome Project," April, 2003. www.ornl.gov.

12 اكتشف في النهاية أن عدد الجينات التي يحتوي عليها الجينوم البشري لا يزيد على ٣٠ - ٤٠ ألف جين (انظر كتاب العصر الجينومي لمؤلفه موسى الخلف. سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص ٣٩).

13 الاستنساخ (التنسيل: Cloning)؛ هو توليد نسائل، أو نسخ جينية متطابقة من الكائنات أو الخلايا أو الأنوية أو الجينات أو البروتين بطرق لا جنسية بالهندسة الوراثية (المصدر: صادق الهلالي وسفيان العسولي. معجم الوراثيات والعلوم البيولوجية والجزيئية. منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط. الإسكندرية، مصر، ١٩٩٣.

14 انظر: إيهاب عبد الرحيم محمد. الجينوم: ذلك المجهول. مجلة العربي، العدد ٥٠٦، يناير، ٢٠٠١ .

15 بالإضافة إلى صنع أدوية جديدة، يمكن اعتبار مشروع الجينوم البشري بداية لحقبة جديدة من الطب الشخصي Personalized medicine، فالناس يميلون إلى الاستجابة بصورة مختلفة تماما للأدوية التي يصفها لهم الأطباء، حتى ٥٠٪ من الأشخاص الذين يتناولون دواء معينا سيجدون أنه إما غير مؤثر، وإما أنهم سيتعرضون لتأثيرات جانبية غير مرغوبة. ويعد أسلوب «اضرب واخسر» مضيعة مرعبة للوقت والمال، بل إنه قد يعرض الحياة ذاتها للخطر. وبالإضافة إلى ذلك، فنحن جميعا نختلف في قابليتنا للإصابة بالأمراض المختلفة؛ فبينما قد ينتهج رجل نمطا صحيا نسبيا للحياة قبل أن يسقط ضحية لنوبة قلبية في منتصف العمر، قد يظل صديقه الذي يدخن عشرين سيجارة يوميا ويتناول إفطارا مقليا كل يوم، قويا حتى سن الثالثة والتسعين، لكن لماذا؟... يقع جزء مهم من الإجابة في الجينوم البشري. وقد اتضح أن ٩٩,٩٪ من متواليات الدنا DNA متشابهة في جميع البشر (ولذلك فنحن ننتمي جميعا إلى النوع الحي نفسه). لكن هذا الفرق الذي لا يزيد على ٠,١٪ قد يفسر استجاباتنا الفردية للأدوية وقابليتنا للإصابة بالأمراض.

16 يرجع سبب كون الكروموسوم Y هو الكروموسوم الخاص بالوراثة الأنثروبولوجية هو أنه، على العكس من جميع الكروموسومات الأخرى، ليس له شريك/رفيق من نوعه، كما أنه لا يتبادل إلا أجزاء صغيرة منه - عند أطرافه - مع الكروموسوم X؛ يرث الرجال كروموسوم Y من والدهم، وكروموسوم X من أمهم، أما النساء، فترث كل منهن الكروموسوم X من كل من الوالدين. ونتيجة لذلك، ينتقل الكروموسوم Y سليما في معظمه من الوالد إلى ابنه، إلى ما لا نهاية. ويضيف كل رجل - على الأكثر - طفرة واحدة أو اثنتين. ويعتقد أن الكروموسوم Y في جميع الرجال الموجودين اليوم على الأرض، يشابه بنسبة تزيد على ٩٩,٩٩٪ لذلك الذي كان في سلف مشترك لهم جميعا عاش منذ ٥٠ - ٦٠ ألف سنة.
(انظر: Robert Kunzig. The Hidden History of Men. Discover , December 2004).

17 The Lives to Come: The Genetic Revolution and Human Possibilities (Simon &Schuster,1996).

18 انظر: موسى الخلف؛ العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص ٢٠٠.

19 ناهدة البقصمي. الهندسة الوراثية والأخلاق. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، سلسلة عالم المعرفة، العدد ١٧٤، ص ٨٨ و٨٩.

20 Edward Etchells et al., Bioethics for clinicians: 1. Consent. Canadian Medical Association Journal 1996; 155: 177-180.

21 Online Ethics Center for Engineering and Science. 2004.The Online Ethics Center Glossary (www.onlineethics.org).

22 President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research, editor. Making Health Care Decisions, Volume One: Report. Washington: The Commission, 1982.

23 Burgess MM. Informed consent: a medical ethicist's perspective. Ann R Coll Physician Surg Can 1985; 18: 491-3.

24 Edward Etchells et al. Bioethics for clinicians: 3. Capacity .Canadian Medical Association Journal 1996; 155: 657-661.

25 Faden RR, Beauchamp TL. A history and theory of informed consent. New York: Oxford University Press, 1986: 259.

26 Pendleton DA, Bochner S. The communication of medical information in general practice consultations as a function of patients' social class. Soc Sci Med 1980; 14A: 669-73.

27 Faden RR, Beauchamp TL. A history and theory of informed consent. New York: Oxford University Press, 1986: 239.

28 انظر أيضا القسم (٦) من هذا البحث، وهو بعنوان «من يمتلك جيناتنا؟».

29 Maxwell J. Mehlman .The Privacy of Genetic Information .October 1999. Published online at (www.thedoctorwillseeyounow.com).

30 Omphemetse Mooki. DNA Typing as a Forensic Tool: Applications and Implications for Civil Liberties. South African Journal On Human Rights. Vol. 13 (1997),p.565.

31 See: Allen, AL: 1997, "Genetic Privacy: Emerging Concepts and Values," in Rothstein, MA, ed .: Genetic Secrets: Protecting Privacy and Confidentiality in the Genetic Era . (Yale University Press, New Haven, CT), 31-59.

32 Annas GJ (2001) Reforming Informed consent to Genetic Research. JAMA 286, 2326-8.

33 Williams, Johnson & Martin: Genetic Information & Crime Investigation. Social, Ethical and Public Policy Aspects of the Establishment, Expansion and Police Use of the National DNA Database (Report of the National DNA Database (NDNAD) of England & Wales, November 2004) P. 85-86.

34 F. Galton؛ السير فرانسيس جالتون (١٨٢٢ – ١٩١١)؛ مستكشف وأنثروبولوجي بريطاني يعد مؤسس اليوجينيا أو علم تحسين النسل، وقد صاغ جالتون مصطلح Eugenics لأول مرة عام ١٨٨٣. وكذلك يعد جالتون بمنزلة والد اختبارات الذكاء؛ فقد كان أول من أجرى الأبحاث على الخصائص العقلية للبشر، واكتشف أن واحدا تقريبا بين كل ٤٠٠٠ شخص في بريطانيا حقق نتائج متميزة للغاية في اختبارات الذكاء. وعندما درس خلفيات تلك النخبة، وجد أن المواهب تنزع للتكرر في عائلات بعينها، مما دعا به إلى الاعتقاد بأن الذكاء قد ينتقل وراثيا. واقترح «تحسين» المجتمع عن طريق تحسين التركيبة الوراثية لهذا المجتمع، وبالتالي وضع نظريته الخاصة بذلك العلم سيئ السمعة – اليوجينيا – أو علم تحسين النسل، وهو علم اعتمد دراسة عوامل الوراثة التي تحدد الصفات الجسدية والعقلية للأجناس البشرية، بغرض تحسين نوعية الحياة لتلك الأجناس في الأجيال التالية. ويقوم على فكرة استيلاد أجناس متفوقة وراثيا؛ فالآباء ذوو الجينات المتفوقة – سواء كانوا من النباتات أو الحيوانات أو البشر – يتم توالدهم لإنتاج ذرية متفوقة، بينما أولئك ذوو الجينات «الفقيرة» يمنعون من التوالد، ومن خلال هذه العملية، يتحسن المجتمع من الناحية الوراثية! كما يرى فرانسيس جالتون. وقد تجدد الاهتمام مرة أخرى باليوجينيا خلال النصف الثاني من القرن العشرين بهدف الوقاية من الأمراض الوراثية – مثل متلازمة داون أو البله المغولي – بمساعدة تقنيات التشخيص قبل الولادة.

35 Galton, Francis. Inquiries into Human Faculty and Its Development. First Edition, Macmillian, 1883; Second Edition, London: J.M. Dent & Co., 1907, 1928 printing, 261 p.

36 المسماك Calipers: أداة لقياس سماكة الشيء أو ثخانته.

37 إيهاب عبد الرحيم، عودة علم الجماجم، مجلة علوم وتكنولوجيا، معهد الكويت للأبحاث العلمية، فبراير ٢٠٠٤.

38 Social Darwinism: الداروينية الاجتماعية هي نظرية مفادها أن الأفراد، والجماعات، والأجناس البشرية تخضع لقوانين الانتخاب الطبيعي نفسها، التي افترض تشارلز داروين وجودها في النباتات والحيوانات حسب هذه النظرية، التي اشتهرت في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، تتعرض الشعوب الضعيفة للانقراض وحضارتها للاندثار، بينما تزداد قوة الأجناس القوية وتبسط نفوذها الثقافي على الأجناس الأضعف.

39 Karl Pearson, National Life from the Standpoint of Science, 2d ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 1919), p. 21.

40 Francis Fukuyama, Our Posthuman Future (Farrar, Straus & Giroux, NY, 2002), p. 85.

41 Diane B. Paul, Controlling Human Heredity: 1865 to the Present (Atlantic Highlands, N.J.: Humanities Press, 1995), p. 2.

42 Henry P. David and Jochen Fleischhacker, "Abortion and Eugenics in Nazi Germany," Population and Development Review 14 (1988): 81-112.

43 Diane B. Paul, "Is Human Genetics Disguised Eugenics?" in David L. Hull and Michael٣(4 Ruse, eds., The Philosophy of Biology (New York: Oxford University Press, 1998), pp. 536ff.

44 Gene pool؛ جميعة الجينات؛ مجموع المعلومات الجينية التي تمتلكها مجموعة متناسلة معينة من كائنات جنسية التكاثر.

45 Pearson, Veronica. "Population Policy and Eugenics in China." British Journal of Psychiatry 167 (1995): 1-4.

46 Francis Fukuyama, Our Posthuman Future (Farrar, Straus & Giroux, NY, 2002), p. 87.

47 Matt Ridley, Genome: The Autobiography of a Species in 23 Chapters (New York: HarperCollins, 2000), pp. 297-299.

48 Duster, Troy. Backdoor to Eugenics. New York: Routledge, 1990. 201 p.; 2nd edition, 2003, 240 p.

49 Agar, Nicholas. Designing Babies: Morally Permissible Ways to Modify the Human Genome. Bioethics 9 (1): 1-15, January 1995.

50 إيهاب عبد الرحيم (مترجم)، الهندسة الوراثية: المخاطر والفرص، مجلة الثقافة العالمية، الكويت.

51 Francis Fukuyama, Our Posthuman Future (Farrar, Straus & Giroux, NY, 2002), p. 88.

52 Stephen Pinker. The designer baby myth .The Guardian, Thursday June 5, 2003.

53 See: The Future of Designer Babies; Report on human enhancement technology at (www.plausiblefutures.com)

54 See: Matt Crenson. Designer Babies-Ethics , published online (http://www.netlink.de/gen/Zeitung/2000/000305a.html)

55 Suzuki, David and Peter Knudtson. Genethics. Massachusetts: Harvard University Press, 1990.

56 إن مصطلح المجموعة السكانية population بمفهوم علم الوبائيات - وهو المقصود هنا - يمكن تطبيقه على مجموعة سكانية فرعية ليست بالضرورة محددة جغرافيّاً، مثل التحري الوراثي لمرض تاي - زاكس Tay-Sachs disease في اليهود الأشكينازيين أو لمرض فقر الدم المنجلي sickle cell disease في الأشخاص ذوي الأصول الأفريقية - الكاريبية الذين يعيشون في الولايات المتحدة مثلا.

57 J. Alexander Lowden, Ethical Issues Resulting From Genetic Technology, North American Actuarial Journal, Volume 3, Number 1, January 1999.

58 U.S. Congress. Office of Technology Assessment. Genetic Monitoring and Screening in the Workplace. Washington: U.S. Government Printing Office, 1990. (OTA-BA-455, S/N 052-003-01217-1.) 262 p.

59 Neil A. Holtzman and Michael S. Watson, Promoting Safe and Effective Genetic Testing in the United States, Final Report of the Task Force on Genetic Testing, September 1997.

60 A review and Analysis of the Ethical, Legal, and Social Implications (ELSI) Research Progarms at The National Institutes of Health and Department of Energy, Final Report of the ELSI Research Planning and Evaluation Group, February 10, 2000.

61 U.S. President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research. Screening and Counseling for Genetic Conditions: A Report on the Ethical, Social, and Legal Implications of Genetic Screening, Counseling, and Education Programs. Washington: Government Printing Office, 1983. 122 p.

62 Robertson, John A. Ethical and Legal Issues in Preimplantation Genetic Screening. Fertility and Sterility 57(1): 1-11, January 1992.

63 Capron, Alexander Morgan. Which Ills to Bear: Reevaluating the `Threat' of Modern Genetics. Emory Law Journal 39(3): 665-696, Summer 1990.

64 U.S. Congress. Office of Technology Assessment. Genetic Monitoring and Screening in the Workplace. Washington: U.S. Government Printing Office, 1990.

65 Breo, Dennis L. Altered Fates--Counseling Families With Inherited Breast Cancer. JAMA Journal of the American Medical Association 269(15): 2017-2022, 21 April 1993.

66 Hoeffel, Janet C. The Dark Side of DNA Profiling: Unreliable Scientific Evidence Meets the Criminal Defendant. Stanford Law Review 42(2): 465-538, January 1990.

67 Bereano, Philip L. DNA Identification Systems: Social Policy and Civil Liberties Concerns. International Journal of Bioethics 3(1): 146-155, 1990.

68 Hunt, Morton. The Total Gene Screen. New York Times Magazine: 33-34, 38, 50, 52, 55-57, 59-61, 19 January 1986.

69 See: David Devore ,Genetic Screening and Ethics: An Overview ; Report published by Woodrow Wilson Biology Institute, 1992.

70 Lesch-Nyhan syndrome متلازمة ليش - نيهان هي صفة متنحية مرتبطة بالكروموسوم X، ناتجة عن مجموعة متنوعة من الطفرات في جين HPRT يمكن الكشف عن حَمَلَة الصفة بتحليل الدنا المباشر وغير المباشر، ويمكن التشخيص قبل الولادي بعيّنات من الزغابات المشيمية. وتصيب هذه الحالة حوالي واحد في كل ١٠ آلاف ذكر. ويبدأ المرض في الطفولة، وتكون أعراضه «تشنّج مترقّ»، مع حركات رقصية عصبية، وفي مرحلة متقدّمة تحدث إعاقة عقلية، كما يحدث إيذاء للذات، وتتكوّن حُصيّات بولية، والتهاب مفاصل نقرسي (المرجع: Michael Connor and M. Ferguson-Smith. Essential Medical Genetics. Blackwell 1997,p.142).

71 يلاحظ وجود بعض التراكب بين العواقب الأخلاقية للتحري الوراثي وبين مثيلاتها في بقية جوانب الجينوم، وسنتعرض لها هنا بصورة موجزة، حيث يتم شرحها بالتفصيل في مواضعها المناسبة من البحث.

72 Rutter, M. et al.. "Integrating nature and nurture: Implications of person-environment correlations and interactions for developmental psychopathology." Development and Psychopathology, 1997, 9 (2), 225-364.

73 American Society of Human Genetics/American College of Medical Genetics Report, "Points to Consider: Ethical, Legal, and Psychological Implications of Genetic Testing in Children and Adolescents", American Journal of Human Genetics 57: 1233-1241 (1995).

74 See: Silvers, Anita, David Wasserman, and Mary Briody Mahowald. Disability, Difference, Discrimination : Perspectives on Justice in Bioethics and Public Policy (Point/ Counterpoint) (Rowman & Littlefield, 1998).

75 See: COUNCIL OF EUROPE COMMITTEE OF MINISTERS RECOMMENDATION No. R 11 OF THE COMMITTEE OF MINISTERS TO MEMBER STATES ON SCREENING AS A TOOL OF PREVENTIVE MEDICINE (Adopted by the Committee of Ministers on 10 October 1994 at the 518th meeting of the Ministers' Deputies) cited in: The Danish Council of Ethics - Screening :a report. April 1999.

76 زولت هارسنياي، وريتشارد هتون (ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي)، التنبؤ الوراثي؛ سلسلة عالم المعرفة، العدد ١٣٠، أكتوبر ١٩٨٨، ص ٢٥٣.

77 McKay, Ron. 2000. Stem cells - hype and hope. Nature, vol. 406, 27 July 2000.

78 إيهاب عبد الرحيم محمد. الخلايا: مصانع الخلايا. مجلة تعريب الطب. الكويت، العدد ١٢، يونيو ٢٠٠١.

79 إيهاب عبد الرحيم محمد (مترجم). ثورة الخلايا الجذعية - مجلة الثقافة العالمية، الكويت، العدد ١٢٣، نوفمبر - ديسمبر ٢٠٠٤.

80 IVF baby؛ أطفال الإخصاب خارج المختبر.

81 Parkinson's disease؛ مرض باركنسون أو الشلل الرعاش.

82 Alzheimer's disease؛ مرض الزهايمر أو الخَرَف الشيخوخي.

83 Report of the Committee of Inquiry into Human Fertilisation and Embryology (1984) (Cm9314), Her Majesty's Stationery Office, London. 85

84 Human Fertilisation and Embryology Act.

85 إيهاب عبد الرحيم محمد (مترجم). ثورة الخلايا الجذعية - مجلة الثقافة العالمية، الكويت، العدد ١٢٣، نوفمبر - ديسمبر ٢٠٠٤.

86 المرجع السابق.

87 البويضات والأخلاق والأجنة، نيوزويك باللغة العربية، ٢٥ يونيو ٢٠٠٥، ص ٣٨ و٣٩.

88 Somatic cell nuclear transfer (SCNT).

89 موسى الخلف؛ العصر الجينومي، سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص ١٩٥ و١٩٦.

90 إيهاب عبد الرحيم محمد (مترجم). ثورة الخلايا الجذعية، مجلة الثقافة العالمية، الكويت، العدد ١٢٣، نوفمبر - ديسمبر ٢٠٠٤.

91 Council of Europe. "On the Prohibiting of Cloning Human Beings." Draft Additional Protocol to the Convention on Human Rights and Biomedicine, Doe. 7884 (July 16, 1997).

92 Nature 385, 810-13, 1997.

93 National Bioethics Advisory Committee

94 National Bioethics Advisory Commission, Cloning Human Beings (Rockville, Md.: National Bioethics Advisory Commission, 1997).

95 Gina Kolata, Clone: The Road to Dolly and the Path Ahead (New York: William Morrow, 1998), p. 27.

96 موسى الخلف. العصر الجينومي. سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص٢٠٨.

97 Francis Fukuyama, Our Posthuman Future, Farrar, Straus and Giroux, New York, 2002. p.76.

98 Severe combined immune deficiency (SCID).

99 See: Tom Murphy; Ethical and Controversial Topics of Gene Therapy ;paper prepared for ISSI 470 class at Monmouth College, published online at: (http://department.monm.edu/chemistry/issi470/fall2003/tmurphy/ethics_of_gene_therapy.htm)

100 Nichols, Eve K. Institute of Medicine; National Academy of Sciences. Human Gene Therapy. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988. 251 p.

101 See: Berger, E. M., Cahill, G. F. Jr., Clouoser, K. D., Culver, C. M., Gert, B., Moeschler, J. B., Singer, G. H. S. (1996). Morality and the New Genetics: A Guide for Students and Health Care Providers. Boston: Jones and Bartlett Publishers.

102 See: Cummings, M. R., Klug, W. S. (Eds.). (2003). Concepts of Genetics (7th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Inc.

103 Seydel, Frank D. Human gene therapy -- playing God? in Dainiak, Nicholas, ed. The Biology of Hematopoiesis. New York: Wiley; 1990: p.339.

104 Charles Murray ."Deeper into the Brain," National Review 52 (2000): 46-49.

105 Barinaga, Marcia. Asilomar Revisited: Lessons for Today? Science 287 (5458): p.1584, 3 March 2000.

106 Ethical, legal, and social implications (ELSI)

107 Genes, Patents, and Bioethics - Will History Repeat Itself? Scope Note 39.National Reference Center for Bioethics Literature. Georgetown University.

108 Op. Cit.

109 Feder, Barnaby J. Monsanto to Bar a Class of Seeds. New York Times (5 October): A1, C2, 1999.

110 Adelman, Martin J. The New World of Patents Created by the Court of Appeals for the Federal Circuit. University of Michigan Journal of Law Reform 20 (4): 979-1007, Summer 1987.

111 Peters, Ted. Should We Patent God's Creation? In his Playing God?, pp. 115-141. New York: Routledge, 1997.

112 Op. Cit.

113 Celera Nears Last Leg of Genome Effort (NY Times, 11 January 2000).

114 Susan Aldridge. Who will own your body? Focus, August 2000.

115 Gene Savant Sifts Life from Seas. Interview with Craig Venter. Discover , December 2004, p.18.

116 Susan Aldridge. Who will own your body? Focus, August 2000.

117 Thomas Baldwin. Problems in applying the patent system to human genes and possible solutions to these problems. In: The ethics of patenting human genes and stem cells. Summary of a conference held in Copenhagen 28 September 2004. p. 19.

118 See: The ethics of patenting DNA; a discussion paper. Published by the Nuffield Council on Bioethics (UK), 2002.

119 موسى الخلف. العصر الجينومي. سلسلة عالم المعرفة، العدد ٢٩٤، يوليو ٢٠٠٣، ص ٧٩.

120 Sandy Thomas. The ethics of patenting DNA, in: The ethics of patenting human genes and stem cells. Summary of a conference held in Copenhagen 28 September 2004. p.116.

121 Genetic Testing, Discrimination, and Privacy; online publication of the Council of Responsible Genetics, 2004 (http://www.gene-watch.org/programs/privacy.html).

122 Russo, E & Cove, D. Genetic Engineering, Dreams and Nightmares. Oxford 1998. p. 203.

123 Kevles, DJ and Hood, L. (eds) The Code of Codes. Harvard University Press, 1992.

124 Allen GE (1997).The social and economic origins of genetic determinism: a case history of the American eugenics movement,1900-1940 and its lessons for today.Genetica,99,77-88.

125 BAR-CODING BABIES: Good for Health? GeneWatch UK Briefing Number 27, August 2004, p.5.

126 انظر: أحمد محمد كنعان.الهندسة الوراثية: مقاربة فقهية. مجلة تعريب الطب. مركز تعريب العلوم الصحية، الكويت، المجلد ٤، العدد ١، ٢٠٠٠.

127 أخرجه البخاري في صحيحه، ٧٣٢/٣.

128 أخرجه البخاري في صحيحه، ٨٣٢/٣.

129 د. عبدالفتاح محمود إدريس. تحسين النسل جينيا باختيار الأزواج الحاملين لصفات وراثية مرغوبة. مجلة الوعي الإسلامي. وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية. دولة الكويت (منشورة على موقع المجلة على الإنترنت).

130 اعتمد هذا التعريف في الدورة الخامسة عشرة لمجلس المجمع الفقهي الإسلامي بمكة المكرمة.

131 قرارات مجلس المجمع الفقهي الإسلامي؛ الدورة السادسة عشرة المنعقدة بمكة المكرمة، في المدة من ٢١ - ١٤٢٢/١٠/٢٦هـ، الموافق ٥ - ٢٠٠٢/١/١٠م.

132 الوثيقة الإسلامية لأخلاقيات الطب والصحة (البند عاشرا)؛ المؤتمر العالمي الثامن للمنظمة الإسلامية للعلوم الطبية (الكويت)، والمنعقد في القاهرة ١١ ديسمبر ٢٠٠٤.

133 انظر: محمد آصف المحسني. الفقه والمسائل الطبية. النسخة المنشورة على الإنترنت على الموقع (www.rafed.net).

134 سورة المجادلة، آية ٢.

135 Genetic counseling.

136 انظر: ناصر بن عبدالله الميمان. نظرة فقهية للإرشاد الجيني، (بحث منشور على الإنترنت).

137 انظر: محمد خالد المشعان. الطبيب أخلاق ومسؤولية. مركز تعريب العلوم الصحية - الكويت، ٢٠٠٥، ص ٣٢٦ - ٣٣٢.

138 مجلة نور الإسلام، العدد الأول، ١٩٩٧.

149 انظر باب فتاوى وأحكام. موقع د.يوسف القرضاوي (www.qaradawi.net) بتاريخ ٣٠ ديسمبر ٢٠٠٢.

140 سورة النبأ: ٨.

141 سورة النجم: ٤٥ و٤٦.

142 سورة آل عمران: ١٩٥.

143 سورة البقرة: ١٨٧.

144 سورة فاطر: ٢٧ و٢٨.

145 سورة المجادلة: ٢.

146 محمد خالد المشعان. مرجع سابق. ص ٣٣١.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

الاستنساخ نهاية عصر الرومانسية

د. محمد عبدالحميد شاهين(*)

أشهر مخلوقات القرن العشرين: طفل ونعجة

كانت ولادة لويز براون، أول طفل أنابيب في العالم في ٢٥ يوليو ١٩٧٨، إيذانا ببدء ثورة في معالجة العقم لدى الإنسان وفهمه. لكن هذا الحدث كان يعني أكثر بكثير من مجرد التغلب على انسداد قنوات تناسلية، إذ إن الأبحاث التي أدت إلى نجاح الإخصاب خارج الجسم كانت إيذانا ببدء عصر جديد في مجال الثورة البيولوجية التي بدأت في بواكير الستينيات بحصول واطسون وكريك على جائزة نوبل بعد اكتشافهما للحمض النووي الديوكسي ريبوزي DNA.

وفي أكتوبر ١٩٩٣ فاجأتنا الصحف العالمية في معظم أنحاء العالم مثل نيويورك تايمز الأمريكية وتايمز اللندنية وأيضا المجلات العالمية نيوزويك ودير شبيجل وتايم بعناوين وموضوعات أغلفة تثير قضية خطيرة لا ترتبط بمجتمع ما، ولكنها قضية عامة وشاملة. إنها قضية المجتمع الإنساني، حيث قام العالمان الأمريكيان جيري هول Jerry Hall وروبرت ستيلمان Robert Stillman باستنساخ أجنة بشرية. وتعتمد الفكرة على أن الجنين يمر خلال تكوينه المبكر بخليتين فأربع خلايا فثماني خلايا... وهكذا. فإذا تم فصل الجنين ذي الخلايا الأربع يمكن الحصول على أربعة أجنة، ويمكن أن نجعلها تستمر في النمو لفترة خارج الجسم لمرحلة معينة ثم تُزرع في رحم الأم. وفي الوقت نفسه يمكن تجميد بعضها وزرع جنين واحد. ثم زرع الجنين المجمد بعد سنوات. وفي جميع الأحوال النتيجة واحدة،

(*) أستاذ علم الأجنة ورئيس قسم العلوم البيولوجية - كلية التربية - جامعة عين شمس، القاهرة - ج.م.ع.

الحصول على مجموعة من الأجنة المتماثلة والتي تماثل تماما ما يحدث في الطبيعة في حالة التوائم المتطابقة[١].

وأخيرا وليس آخرا، وفي تمام الساعة الخامسة من مساء ٥ يوليو ١٩٩٦، كان هناك مخلوق آخر قد أذن له المولى عز وجل بالظهور في هذه الدنيا، إنه أول حيوان ثديي مستنسخ من خلايا حيوان يافع، إنه النعجة دوللي، ليصبح لدينا (حتى كتابة هذه السطور) أشهر مخلوقين أثارا ضجة علمية واسعة: لويز براون، أول مخلوق بشري يتم تكوينه بإخصاب خارج جسم الإنسان، ثم دوللي النعجة، أول حيوان ثديي يتم تكوينه في غياب الحيوانات المنوية وبتكاثر لا جنسي وبتقنية الاستنساخ باستخدام خلية حيوان يافع[٢].

وتناقلت وسائل الإعلام المرئي والمسموع والمقروء، القصص المختلفة وراء هذه النعجة، وقصة وراء قصة، كل يحاول أن يشرح ويفسر كيف تم هذا ولماذا تم. ليست المشكلة في إنجاز استنساخ نعجة، ولكن القضية برمتها هي ما تسبب فيه خيال البلايين من احتمال استنساخ إنسان.

الأفضل أن يكون الإنسان آمنا لا أن يكون آسفا

لقد كان خبر استنساخ النعجة دوللي حدثا خطيرا مثيرا للجدل والنقاش بين معظم فئات المجتمع في أغلب دول العالم، وكثرت التساؤلات: ما المقصود بالاستنساخ؟ وكيف حدث؟ وهل يمكن تكراره؟ وهل هناك فائدة من هذه التقنية الجديدة؟ وهل سينتهي المطاف بالعلماء إلى استنساخ إنسان؟ ومتى يتم ذلك؟ ثم ما موقف رجال العلم والدين والقانون والأخلاق من كل ذلك؟ وما الآثار المتوقعة من هذه التقنية وانعكاساتها على مختلف جوانب الحياة الإنسانية؟

ودارت مناقشات مستفيضة في الندوات والمؤتمرات التي عقدت في الدول المختلفة، واشترك فيها عدد من المبرزين في الطب والوراثة والقانون والاجتماع وطبعا رجال الدين. وتباينت ردود الفعل، واتسعت هوة الخلاف. ولقد اتضح بما لا يدع مجالا للشك أن المحظورات الدينية والثقافية والاجتماعية لا تشجع ولا تسمح بالاستنساخ، ليس فقط في الدول ذات المؤسسات الدينية القوية، وإنما في الدول التي ليست كذلك أيضا. ويرى بعض المؤيدين أن رفض الاستنساخ يعكس بغضا عميقا للعلم وخوفا من تخليق الحياة بطريقة اصطناعية. ويعزون سبب هذا الخوف الى قصص الخيال العلمي التي تحولت إلى أفلام سينمائية، وفي المقابل ما زال كثير من الناس يرون أنه من الأفضل أن يكون الإنسان آمنا لا أن يكون آسفا.

سوف يكون علينا أن نعيد تحديد ما نعنيه بالأمومة والأبوة والحمل. سوف تحمل بعض النسوة دون أن يقابلن الزوج، سيصبح الرجال آباء بيولوجيين دون أن يقابلوا الزوجة. هذا جزء من كل. **ويبزغ السؤال**: هل من حق العلم والطب أن يتطفلا على حياتنا الطبيعية الخاصة ويحيلاها إلى حياة مصطنعة منقوصة. إنني أرى أنه لا بد أن تكون لنا الجرأة والحكمة في

إبداء الرأي نحو هذه القضية المرتبطة بحياتنا. والمقصود هنا أن يكون ذلك لجميع فئات وأفراد المجتمع في كل البلاد العربية. وأن يتم استطلاع لرأي رجل الشارع وباقي فئات المجتمع عن الاستنساخ، لكي يكون هناك رأي... المعرفة الصحيحة هي البداية. إنها محاولة لتجاوز الإطار الوصفي لهذه القضية، والانطلاق للبحث عن إجابات علمية واضحة وصريحة، كما رصدتها من الأوراق البحثية التي نشرت في الدوريات العلمية المتخصصة، ومن مقالات الصحف والمجلات، وأيضا الكتب الأجنبية التي عالجت هذا الموضوع، فضلا عن الندوات والمؤتمرات التي ناقشت هذه القضية، وفي مقدمتها المؤتمر الدولي الثاني للاستنساخ في الثدييات الذي عقد في واشنطن العاصمة في يونيو ١٩٩٨. وقد أتيحت لي فرصة أن أكون هناك، بين أعضاء المؤتمر، ليس كمستمع ولكن كمشارك فيما يقولون ويتحاورون. عشت مع أقطاب هذه التجارب والتقانات، وتعايشت معهم، ليس كباحثين فقط بل وأصحاب شركات وممولين، حضروا جميعا من بلادهم ليجتمعوا ويناقشوا ويعرضوا آخر ما توصلوا إليه من نتائج ثم ليستمعوا للرأي الآخر سواء كان علميا أو دينيا أو قانونيا أو أخلاقيا. وقد شاركت بورقة بحثية في جلسة علمية أدارها العالم إيان ويلموت[٣]. وقد شارك في المؤتمر عدد من المبرزين في الهندسة الوراثية والاستنساخ وهندسة التناسل، وفي مقدمة الشخصيات التي حضرت المؤتمر إيان ويلموت صاحب النعجة دوللي (ونجم المؤتمر) ورائد العلاج الجيني ورئيس المؤتمر فرنش اندرسون (Frensh Anderson) وجيمس واطسون (James Watson). وقد نُشرت وقائع هذا المؤتمر وأهم ما تم فيه في مجلة العربي الكويتية في تغطيتها الرائعة عن أهم الأحداث العلمية في القرن العشرين[٤].

لويز جون براون: أشهر كائن بشري في القرن العشرين

بعد معاناة لمدة تسع سنوات وفقدان الأمل في الإنجاب، وبعد محاولات على جميع المستويات الطبية وقبول الأبوين بالتجريب عليهما كحيواني تجارب.. كل ذلك بهدف الحصول على طفل بأي وسيلة وأي تقانة مهما كانت العواقب. بعد كل ذلك وفي ٢٥ يوليو ١٩٧٨ كانت اللحظة الفريدة في تطور البشرية. تسعة شهور قبل ذلك كان الطبيبان الإنجليزيان روبرت إدواردز (Robert Edwards) وباتريك ستبتو (Patrick stepto) يخلطان حيوانات منوية خاصة بسائق السكك الحديدية جون براون مع بويضات زوجته الثانية ليسلي براون، ثم سمحا للبويضة المخصبة بالانقسام ثلاث مرات ثم أعيدت إلى رحم الزوجة، تسعة شهور بعد ذلك. وفي تمام الدقيقة ٤٧ من الساعة ٢٤ يوم ٢٥ يوليو ١٩٧٨ حدثت المعجزة، وظهرت مولودة القرن العشرين، طفلة الأنابيب «لويز جوي براون»، تزن ٢,٦ كجم[٥].

وقتها لم يقتصر الحديث عن الطفلة وهوية أمها وأبيها والأطباء الذين حققوا المعجزة، بل تطرق الجدل القائم حول شرعية هذه المولوده أو عدم شرعيتها. وأجمعت وقتها تعليقات رجال

الدين على أن الإنسان وجد في هذا الكون كمخلوق وليس كخالق ومتحكم في طرق الخلق. وأن هذه التقنية الجديدة في الإنجاب تخلق شعورا كاذبا بل وخادعا بأن حياة الإنسان أصبحت تحت السيطرة الكاملة، ونسي الجميع أننا لم نخلق أنفسنا، ولا نستطيع أن نخلق أو نتناسل إلا بإرادة الله سبحانه وتعالى. حياتنا ملك لمن وهبنا هذه الحياة، لله، إنها هبة من الله. وأي تغيير أو محاولة لتغيير طبيعتنا البشرية سيكون له توابع غير مأمونة العواقب، قد تؤدي إلى هلاكه. الإنسان يسعى إلى نهايته بنفسه. ومع المعارضة الشديدة للإخصاب خارج الجسم، كانت هناك أصوات الأطباء الذين يقومون بعلاج العقم والتي تخلص إلى مقولة مفادها «لا أحد من هؤلاء الذين يعارضون إنجاب أطفال بالإخصاب خارج الجسم، جلس وتحدث مع المرضى. لا أحد منهم رأى البؤس الذي يعيش فيه المصابون بالعقم». وقد دلت الإحصاءات على أنه وجد في عام ١٩٩٤ أكثر من ٣٨ قطرا على مستوى العالم قامت وبنجاح بإجراء تقنية الإخصاب خارج الجسم (In Vitro Fertilization). وبنهاية عام ١٩٩٤ قدر العدد الكلي للمواليد بهذه التقنية بحوالي ١٥٠ ألف طفل، ومن المقرر أن يكون العدد قد وصل في نهاية عام ٢٠٠٥ إلى ما يزيد على مليون طفل تقريبا[٥].

ردود الأفعال على ميلاد أول طفل أنابيب

كانت ردود الأفعال على ولادة لويز براون شديدة التناقض، ونظر إلى هذا الاختراق العلمي بنفور، وكما ورد في كتاب العقم في النساء الذي نشر عام ١٩٩٦ «أي تغير في العادة أو الممارسة في هذه المساحة المحملة بالعواطف والمرتبطة بالإخصاب خارج الجسم يستتبط استجابة دائمة من العادة الراسخة وقانون الرفض: تخوف ورعب في البداية، ثم الرفض من دون خوف، ثم حب استطلاع تدريجي وببطء، ثم الدراسة، ثم التقييم وأخيرا موافقة بطيئة جدا، ولكنها ثابتة راسخة مستقرة»[٦].

لقد نشأ رأي الناس في الإخصاب خارج الجسم بهذا السيناريو تقريبا. عند ولادة لويز براون كان هناك اعتقاد عام بأن هذا هزل ولن يفكر فيه عاقل مطلقا. ومع مرور السنوات تحول الإخصاب خارج الجسم من مفهوم يقابل بنفور وغير مقبول إلى وسيلة مقبولة بدرجة كبيرة لعلاج العقم.

ويعلق جريجوري بنس Gregory Pence أستاذ الفلسفة في جامعة ألاباما (Alabama) على هذا الحدث «كان ثمة خوف من أن يعامل المجتمع أطفال الأنابيب كمواطنين من الدرجة الثانية. ولحسن الحظ لم يتعرض من جاء من الأطفال بهذا الأسلوب لأي نوع من التمييز أو النظرة السيئة، بل وربما كانوا حقا موضع حب أكثر من الأطفال العاديين، لأنهم كانوا مطلبا ملحا. أما فكرة أن ينظر إليهم الوالدان نظرة دونية، فهي فكرة مضحكة»[٧]. وعلى أي حال، فإن الأمر لم يستغرق إلا دقائق قليلة كي يفهم محبو الاستطلاع، هكذا قالت ليسلي براون حين

خرجت برضيعتها لويز براون بعد ميلادها الشهير، إن الحذرين من الجيران كانوا يمعنون النظر في عربة طفلتها وهم يتوقعون رؤية شيء ما، مسخ غير سوي.

كانت لويز براون محط ملاحقة الإعلام، وفي أحد اللقاءات سئلت عن المواقف الحرجة التي تعرضت لها بسبب نشأتها غير العادية، قهقهت وهي القصيرة البدينة وقالت: «حينما يريد الأطفال معاكستي فإنهم يسألونني: كيف أمكنك الدخول في أنبوبة اختبار؟».

ناتالي أول سيدة أنابيب تُرزق طفلا

وعلى الرغم من النقد الذي وجه فور ولادة لويز براون والتخوفات التي أثارها العلماء من أن هذه الطفلة لن تكون طبيعية عندما تكبر. فإن هذا لم يثن الأب والأم عن تكرار التجربة مرة ثانية، وبعد خمس سنوات فقط من تجربة لويز لم تعد وحيدة، وأصبحت لها أخت اسمها ناتالي (Natalie)، بل إن ناتالي تفوقت على أختها وتزوجت وأنجبت لتصبح أول سيدة أنابيب ترزق طفلا[٨].

من أطفال الأنابيب إلى الاستنساخ
عفوا لويز وأهلا دوللي

في الأحد الأخير من شهر فبراير وفي السنة الثالثة قبل نهاية الألفية الثانية، استيقظ العالم على تقدم تكنولوجي هز بشدة الأسس البيولوجية والفلسفية لبيولوجيا التنامي في هذا اليوم، قُدمت إلينا دوللي، الشاة ذات الشهور الستة التي استنسخت من خلية أخذت من نسيج الضرع لنعجة بالغة. كان الخبر الأول في نشرات الأخبار في الإذاعة والتلفزيون، وكانت العناوين والمانشتات الرئيسية في الصفحات الأولى لكل جريدة في العالم، ولعدة أسابيع بعد ذلك، لم تتوقف وظلت الأخبار تُنشر لتشرح التطبيقات الممكنة لهذا الإنجاز. في الشوارع وفي المكاتب وفصول الدراسة لم يستطع الناس أن يقفوا عن الكلام. شاة صغيرة واحدة نجحت في تغيير مفهومنا عن الحياة.

ربما الذين كانوا أكثر اندهاشا، هم العلماء الذين يعملون في مجال الوراثة التناسلية وعلم الأجنة. وخارج المختبر حيث كان الاستنساخ يتم، معظمهم كان يعتقد أن ذلك ما كان سيحدث أبدا. آه، نستطيع أن نقول إنه ربما عند نقطة معينة في المستقبل البعيد، يمكن أن يصبح الاستنساخ ممكنا من خلال استخدام تقانات حيوية أكثر تقدما مما هو متاح لنا الآن. لكن ما نعتقده حقيقة، في أعماقنا، أن ذلك يعتبر خطوة بيولوجية لا يمكن تجاهلها، يبدأ الخلق الجديد من جنين يتكون من اتحاد حيوان منوي من الأب مع بويضة من الأم. إنه لمن المستحيل، كما كنا نعتقد، لخلية من حيوان ثديي يافع أن تعاد برمجتها، لكي تبدأ كل ذلك من جديد، أن تكوّن حيوانا كاملا آخر وبصورة ذلك الكائن الذي سبقت ولادته.

استنساخ دوللي اخترق حاجز التكنولوجيا

النعجة دوللي المستنسخة لم تأت نتيجة إخصاب بويضة بحيوان منوي. إنها نمط جديد من كينونة لم يسبق قط أن شوهدت في الطبيعة. ولا يوجد سبب واحد يجعلنا نتوقع أن التكنولوجيا لا يمكن أن تطبق على خلايا الإنسان. على العكس، يوجد الكثير من الأسباب تجعلنا نتوقع إمكان نقل وتطبيق التكنولوجيا على خلايا البشر. إن ذلك يتطلب أجهزة وتسهيلات يمكن الحصول عليها في المختبرات البيوطبية وعيادات الإخصاب خارج الجسم (أطفال الأنابيب) التي تنتشر في كل أنحاء العالم. لقد كان خبر استنساخ النعجة دوللي حدثا خطيرا مثيرا للجدل وأثار العديد من التساؤلات: ما المقصود بالاستنساخ؟ وما أنواعه؟ وهل يمكن تكرار هذه التجربة؟ وهل هناك فائدة من هذه التقنية؟ وما سلبياتها ومخاطرها؟ وهل سينتهي المطاف بالعلماء إلى استنساخ إنسان؟ وما الآثار المتوقعة من هذه التقنية وانعكاساتها على مختلف جوانب الحياة الإنسانية؟ ثم ما موقف رجال العلم والدين والقانون والأخلاق من كل ذلك.

تعريف الاستنساخ: يقصد بالاستنساخ بصفة عامة الحصول على نسخة، أو أكثر، طبق الأصل من الأصل نفسه(٩).

يعتقد البعض أن الاستنساخ (الاستنسال - الكلونة) Cloning مصطلح يعبر عن آلية بيولوجية مستحدثة معمليا، لكن في الحقيقة هناك عمليات استنساخ تحدث تلقائيا في الطبيعة منذ بدء الخليقة حيث إنها آلية بيولوجية للتكاثر في عالم النبات والكائنات وحيدة الخلية تعرف بالتكاثر اللاجنسي، وفي كل حالة من هذه الحالات تنتج نسخ مطابقة تماما للكائن الأصلي.

وقد ظهرت كلمة نسيلة (كلون clone) لأول مرة في لغة العلم في بداية القرن العشرين لوصف مجموعة من النباتات التي تتكاثر باستخدام أجزائها الخضرية أو أي طرق تكاثر لا جنسي أخرى، ومنذ ذلك الوقت تستخدم كلمة استنساخ (cloning) لوصف العملية التي تُستخدم فيها خلية أو مجموعة من الخلايا من كائن ما لإنتاج كائن جديد آخر، والذي - تبعا للتعريف - هو نسخة من الأصل، وهذا الفرد المستنسخ يتطابق وراثيا مع الكائن الذي اشتق منه.

ويتم التكاثر في الكائنات الحية بطريقتين: التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي. والتكاثر اللاجنسي لا يتطلب إلا فردا واحدا (الفرد الأبوي) يتكاثر ويعطي فردا جديدا يحمل صفات وراثية مماثلة لصفات الفرد الأبوي (الأصل). وبذلك يعتبر **التكاثر اللاجنسي** استنساخا طبيعيا، ويشيع هذا النوع من التكاثر في عالم النبات. أما في عالم الحيوان فإنه يقتصر غالبا على الكائنات وحيدة الخلية والقليل من الكائنات عديدة الخلايا. ومن صور التكاثر اللاجنسي في عالم النبات التكاثر الخضري الذي يتم فيه إنتاج أفراد نباتية جديدة من أعضاء خضرية

لنبات ما، وينتج من هذا التكاثر أفراد تشبه النبات الأصلي تماما في صفاتها الوراثية. ولقد أضافت التكنولوجيا الجديدة زراعة الخلايا والأنسجة التي استغلت في إكثار العديد من النباتات، وفي هذه الحالة يحمل النبات الناتج التركيب الوراثي نفسه للخلية الأصل. هذا النمط من التكاثر الخضري ما هو إلا استنساخ طبيعي، حيث إن الفرد الناتج يتسلم مادته الوراثية من أب واحد فيصير نسخة مطابقة له. وفي عالم الحيوان توجد صور من هذا التكاثر من بينها التجديد وكل أنماط التكاثر اللاجنسي تنتج نسخا متطابقة وراثيا مع الأصل.

أما **التكاثر الجنسي**، فيتطلب وجود فردين، ذكر وأنثى، لإنتاج الأمشاج (الحيوانات المنوية والبويضات)، ويتعين على تلك الأمشاج أن تتلاقى ليتم الإخصاب وتكوين الزيجوت (البويضة المخصبة) الذي يبدأ في الانقسام والنمو لتكوين الجنين ثم الفرد اليافع الذي يجمع بين صفات الأبوين[١٠].

لمحة تاريخية عن الاستنساخ

الازدراع النووي (Nuclear Transplantation) في البرمائيات

إذا أردنا الإنصاف، ورد الحق لأصحابه، فيجب علينا ألا ننسى في غمار حديثنا عن الاستنساخ، الدور الذي اضطلع به عالم الأجنة الألماني هانس سبيمان Hans Spemann الذي حصل على جائزة نوبل في الطب لدراساته عن العوامل التي تتحكم في تنظيم عمليات تكوين جنين الفقاريات في مراحله المبكرة. ومن بين ما قام به سبيمان من تجارب في الثلاثينيات كانت تلك الخاصة بالازدراع النووي في البرمائيات، حيث كان يقوم بنزع نواة خلية جسدية ثم ايلاجها في بويضة غير مخصبة منزوعة النواة، وتعرف هذه العملية بتقنية نقل الأنوية (Nuclear Transfer). وكان هدف سبيمان من هذه التجارب دراسة الدور الذي يقوم به سيتوبلازم البويضة في عملية التكوين الجنيني بالإضافة إلى الإجابة عن سؤال مهم: هل نواة الخلية الجسدية قادرة على تحفيز التكوين الجنيني؟[١١]. وفي هذا الصدد تلزم الإشارة إلى أن تقنية نقل الأنوية أجريت لأول مرة في كائنات وحيدة الخلية مثل استيابيولاريا[١٢] وأميبا[١٣] ونجحت. ثم كانت تجارب سبيمان عام ١٩٣٨ في نقل الأنوية في الضفادع. إلا أن سبيمان لم ينجح في الحصول على كائنات حية نتيجة هذا النقل[١٤]. واستمرت هذه التجارب بعد ذلك في بواكير الخمسينيات (١٩٥٢) عن طريق روبرت برجزز (Robert Briggs) وتوماس كنج (Thomas King) اللذين يعملان في معهد بحوث السرطان في فيلادلفيا في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث قاما بنزع نواة خلية جنينية (غير متميزة) ثم حقنها في بويضة ضفدعة غير مخصبة منزوعة النواة، ونجحا في الحصول على يرقات أبي ذنيبة. وكان هدفهما وبوضوح استنساخ الحيوانات[١٥]. وعلى الرغم من أنهما لم ينجحا في تحقيق هدفهما، وهو الاستنساخ، استخدام خلايا حيوان بالغ إلا أنهما وضعا

القاعدة الأساس لمن أتى بعدهما وهو جون جوردون (John Gurdon) الذي قام بنقل أنوية خلايا متميزة (خلايا طلائية الأمعاء لطور أبي ذنيبة) إلى بويضات ضفدعة منزوعة النواة وحصل على ضفدع يافع بعد آلاف المحاولات الفاشلة وكان ذلك عام ١٩٦٨[١٦].

وفي عام ١٩٧٥، حاول جوردون ورفاقه استخدام خلايا الجلد لضفادع بالغة كمصدر للنواة التي ستنقل إلى البويضة منزوعة النواة، غير أنه لم يحصل إلا على أطوار يرقية (أبي ذنيبة) وليس ضفادع بالغة[١٧]. يعتبر جوردون أول من أنتج حيوانا فقاريا يافعا باستخدام خلايا جسدية متمايزة ويطلق على هذه التقنية ازدراع أنوية الخلايا الجسدية (SCNT) Somatic Cell Nuclear Transplantation. لم يكن استنساخ الضفادع البالغة بالأمر اليسير، فبعد زرع آلاف من الأنوية من خلايا الجلد لأمعاء كان معدل النجاح الذي حصل عليه جوردون ضئيلا للغاية، والحيوانات القليلة التي حصل فيها معظمها كان يصل إلى طور أبي ذنيبة ويموت. واتضح الآن أن الصعوبات التي واجهت جوردون كانت في التقنيات المتاحة في ذلك الوقت، لأن أي تلف مهما كانت درجة بساطته يصيب الأنوية أو البويضات له توابع سلبية في عمليات تكوين الجنين.

ونخلص من كل ما سبق إلى أنه وحتى عام ١٩٧٥ ومحاولة الحصول على فرد بالغ في الحيوانات باستخدام نواة خلية جسدية من حيوان بالغ (تقنية النقل النووي) لم يصادفها النجاح. ومع الأسف فإن معظم العلماء فسروا النتائج السلبية لأبحاث جوردون بشكل مختلف. فبدلا من أن يلوموا التكنولوجيا. فإنهم وجهوا اللوم للفكرة وصاحبها، حيث اعتبروا أن الفكرة من أساسها مستحيلة وضد المتعارف عليه في عمليات التكوين الجنيني حيث إن هناك قواعد بيولوجية أساسية وهي أن أنوية الخلايا المتمايزة في حيوان بالغ تصعب بل تستحيل إعادة برمجتها لتصبح خلايا جنينية غير متمايزة. وتم التشكيك في نتائج جوردون، وقالوا إن التجارب التي نجحت كان مصدرها خلايا غير متمايزة. وأضافوا: وحتى لو نجحت هذه التقنيات مع البرمائيات فلن تنجح مع الثديات أبدا[١١].

بزوغ مصطلح استنساخ البشر

على الرغم من وضوح هدف العلماء من تجاربهم، والتزامهم باستخدام مصطلح ازدراع الأنوية على التقنية المستخدمة في تجاربهم فإن هذا لم يمنع البيولوجي البريطاني هالدن J.B.S. Haldane من استخدام كلمة كلون Clone بمعني نسيخ في تعليقه على تجارب ازدراع الأنوية، وذلك في محاضرة له نشرت عام ١٩٦٣ بعنوان «الاحتمالات البيولوجية للنوع الإنساني في عشرة آلاف السنة القادمة». ومن بين ما ذكره في هذه المحاضرات أن استنساخ البشر سيصبح ممكنا[١٨].

وسار على النهج نفسه عالم البيولوجيا الأمريكي ليدربرج Joshua Lederberg الحائز جائزة نوبل عام ١٩٥٨ والذي نشر مقالا عام ١٩٦٧ خلاصته «أن استنساخ البشر قد يكون

ماثلا في الأفق»[١٩]. وبدأت الفكرة تتسرب إلى وعي الجماهير وإلى عامة الناس بظهور كتاب توفلر Alvin Toffler صدمة المستقبل عام ١٩٧٠ الذي ذكر فيه «من الخيال الذي يمكن أن يتحقق، أن الإنسان سوف يصبح قادرا على صنع نسخة بيولوجية من نفسه عن طريق الاستنساخ وأن يتمكن من أن يرى نفسه من جديد»[٢٠].

كأن التفكير في استنساخ البشر قد لازم الحاصلين على جائزة نوبل، حيث كان لعالم الكيمياء الحيوية الأمريكي جيمس واطسون وجهة نظر في الاستنساخ البشري في مقال نشر عام ١٩٧١، حيث تنبأ بأن العلماء سيكونون قادرين على استنساخ الإنسان، وأن ما تم بشأن الضفادع سيتم تطبيقه على الإنسان[٢١]. وفي مارس ١٩٧٢ نشر الطبيب النفسي ويللارد جايلين Willard Gaylin مقالا في نيويورك تايمز بعنوان «أسطورة فرانكشتين أصبحت حقيقة - لدينا المعرفة لصنع نسخ من بني البشر»[٢٢].

الاستنساخ على الشاشة الفضية

وقد أدى تسرب الفكرة إلى وعي الجماهير، بالكتاب والأدباء لإظهار إبداعاتهم الخيالية وامتد ذلك إلى السينما حين قدم المخرج المشهور وودي آلن Woody Allen عام ١٩٧٣ فيلمه النائم Sleeper الذي تحكى قصته استشراف المستقبل بعد مائتي عام، ومحاولة العلماء في هذا الوقت صنع نسخة من قائد عظيم لبلادهم قتل في إحدى المعارك، وذلك بحفظ أحد أعضاء جسده بتقنيات بيولوجية عالية، وكان هذا العضو هو الأنف. وتبعت ذلك عدة أفلام من بينها فيلم اليوم السادس بطولة آرنولد شوارزنيجر، الذي يؤدي دور رجل يعود إلى منزله فيجد شخصا يشبهه تماما ويحل محله بين أسرته ومع زوجته ويجد نفسه مطاردا على أنه النسخة وليس الأصل، لأن الفيلم يفترض أن الاستنساخ سوف يحرم في المستقبل طبقا لقانون يسمى اليوم السادس. وهذا المسمى مستوحى من الكتب السماوية حيث يذكر فيها أن الله قد خلق الإنسان في ستة أيام ومن هنا جاء اسم الفيلم. أما فيلم تعددية Multiplicity فنجد فيه بطل الفيلم (الذي يعمل مهندسا معماريا) يلجأ الى عالم وراثة في مجال الاستنساخ ليحل له مشكلة الوقت، حيث لا يجد الوقت الكافي لعمله ولأطفاله ولزوجته، وينجح في الحصول على نسخة تعمل بديلا في المنزل ونسخة أخرى بديلا في العمل. ويتفرغ المهندس للاستمتاع بحياته ووقته دون أي مشاكل سوى تعقيدات إخفاء النسخ عن زوجته. ويعود ذات ليلة متأخرا ويتسلل إلى فراشه، فيفاجأ بأن أحد البديلين (النسختين) قد احتل موضعه في الفراش بجانب زوجته، ويثور ويضع قاعدة للبديلين بألا يقرب أحدهما حجرة نوم زوجته. ومع الوقت تصاب زوجته بالحيرة والدهشة مما يصيب زوجها من تحولات وتناقض في الأقوال والتصرفات، وتهجر المنزل، ثم يتسبب نسيخه في مشاكل في العمل فيفصل من عمله، وفي النهاية لا يجد أمامه إلا حلا واحدا، وهو العودة إلى حياته الأولى من دون نسخ، ويتخلص من نسائخه بشحنها إلى مكان بعيد.

أول ضحايا الاستنساخ كاتب وناشر

نشرت دار نشر ليبنكوت Lippincott عام ١٩٧٨ كتابا افترضت فيه أن معلومات الكتاب أحداث وقعت بالفعل وليست خيالا، وقام بصياغة أحداث القصة الكاتب الصحافي دافيد رورفيك D.Rorvic بعنوان: على صورته: استنساخ إنسان[٢٣]. وفيه عرض الكاتب لقصة مليونير عجوز، غير متزوج يرغب في عمل نسخة من نفسه باستخدام خلية من خلايا جسده. وذكر الكاتب أنه قابل هذا المليونير في وجود عالم تناسليات متخصص في العقم وافق على إجراء العملية، حيث إن له خبرة بتقنية نقل وزرع الأنوية، وتم إجراء العملية والحصول على طفل صورة طبق الأصل من المليونير. وأثار الكتاب ضجة واسعة، وكثرت الأسئلة التي وجهت إلى مؤلف الكتاب وناشره، ولم يستطع الناشر تقديم أي دليل على صدق ما رُوي في الكتاب بينما هرب المؤلف. وفي عام ١٩٨٢ اضطر الناشر إلى الاعتراف بأن القصة زيف وادعاء[٢٤].

استنساخ الثدييات

وحتى قرب نهاية السبعينيات ما كان أحد يعرف بالتأكيد هل يمكن استنساخ الثدييات أم لا. نعم نجح جون جوردون في استنساخ ضفادع بالنقل النووي، لكن الضفادع غير الثدييات.

وفي الوقت الذي خفت فيه بريق الأمل في الحصول على حيوانات مستنسخة، وشعر العلماء بأنه من العبث استهلاك الوقت في محاولات جديدة للاستنساخ، كانت هناك مجموعة من الباحثين الذين يعملون في مجال التناسل الحيواني يفكرون في الاستنساخ بطريقة مختلفة تعتمد على ما يحدث في الطبيعة خلال تكوين التوائم المتطابقة، وذلك بفصل الخلايا في المراحل المبكرة من التكوين الجنيني. وفي مقدمة هؤلاء البيطري الدنماركي ستين ڤيلادسين Steen Willadsen الذي كان يعمل في مجال فسيولوجيا التناسل في كمبردج بإنجلترا، والذي أعلن استنساخ أول نعجة باستخدام تقنية فصل الخلايا في الجنين الباكر. وقد نشر ڤيلادسين نتائجه هذه في ٢٥ يناير ١٩٧٩ في دورية نيتشر Nature. وتخلص هذه الطريقة - كما سبق أن ذكرنا من قبل - إلى استخدام أجنة باكرة (مكونة من خليتين أو أربع خلايا أو ثماني خلايا) حيث يتم فصل الخلايا ثم نزع أنويتها، وزرع كل نواة في بويضة منزوعة النواة فنحصل على جنينين أو أربعة أجنة أو ثمانية أجنة متطابقة تماما (سوف يتم شرح الطريقة بالتفصيل في تجربة هول Hall في الصفحات التالية).

ومع بواكير الثمانينيات بدأ بعض العلماء اقتحام مجال استنساخ الثدييات باستخدام تقنية النقل النووي. لكن أولى هذه المحاولات صاحبتها ضجة كبيرة، وكانت للعالم الألماني كارل المنزيه Karl Illmensee الذي نشرت له المجلة العلمية المتخصصة سل (الخلية) Cell في عدد يناير ١٩٨١ ورقة علمية بالاشتراك مع زميله بيترهوب Peter Hoppe. وقد أفردت نيويورك

تايمز صفحتها الأولى لشرح هذا الإنجاز الذي استخدمت فيه أنوية خلايا جنين فأر نقلت إلى بويضات فأر منزوعة الأنوية. وحامت الشكوك حول هذا العمل حيث إن الباحثين في معمله، بل وفي معامل أخرى في بلدان أخرى، حاولوا أن يكرروا التجربة ولم ينجحوا، ورفض أن يعاونهم. ولمدة ثلاثة أعوام لم يستطع أحد أن يكرر هذه التجارب على الفئران، حتى المنزيه نفسه. ووصل الأمر بأحد العلماء: داڤور سولتر Davor Solter وتلميذه جيمس ماكجراث James McGrath إلى أن ينشرا ورقة علمية في دورية ساينس Science في مايو ١٩٨٤ وضحا فيها محاولتهما تكرار العمل وبالتقنية نفسها وفشلهما في الوصول إلى نتائج، وذيلا الورقة العلمية بالجملة التالية: «استنساخ الثدييات بطريقة النقل النووي، مستحيل بيولوجيا». هذا مع العلم بأنهما ذكرا في الورقة نفسها أنهما حاولا ابتكار طريقة جديدة أخرى للنقل النووي، إلا أنهما فشلا أيضا[٢٥].

صممت عدة معامل، وفي مقدمتها مختبر ستين ڤيلادسين، على الاستمرار في تجارب الاستنساخ باستخدام تقنية النقل النووي، وكُلل هذا الجهد بالنجاح عام ١٩٨٦، حيث أعلن استنساخ أول نعجة بتقنية النقل النووي[٢٦]. وحيث إن هناك نقدا شديدا واجهته نتائج استنساخ الفئران التي قام بها المنزيه عام ١٩٨١، حيث لم ينجح أي مختبر آخر في العالم، أو حتى هو نفسه، في تكرار تجربته، فلقد اعتبرت حملان ڤيلادسين المستنسخة أول ثدييات تستنسخ بتقنية النقل النووي ومن دون أي شكوك حولها (وحتى لا يحدث لدى القارئ أي لبس، مع ما قام به إيان ويلموت واستنساخه للنعجة دوللي التي تعتبر أول حيوان ثديي يستنسخ بالنقل النووي، فإن ما قام به ڤيلادسين اعتمد على خلايا مصدرها الجنين بينما استنساخ النعجة دوللي اعتمد على استخدام خلايا متمايزة لحيوان بالغ، لذلك اعتبرت دوللي أول الثدييات المستنسخة بالنقل النووي لخلايا جسدية لحيوان بالغ).

ولقد استخدم ڤيلادسين الدمج الكهربي electrofusion في دمج الخلية الجنينية مع البويضة منزوعة النواة، وذلك بوضع الخليتين متلاصقتين بين إلكترودين ثم تعريضهما لتيار كهربي.

وفيما يتعلق بالأبقار كان هناك العديد من المختبرات البحثية في الولايات المتحدة الأمريكية يقودها مجموعة من العلماء من بينهم نيل فرست Neal First، راندل برازر Randall Prather، جيم روبل Jim Robl الذين نجحوا في استنساخ عجول عام ١٩٨٧[٢٧].

وتقدمت تقانة الاستنساخ باستخدام أنوية خلايا جنينية (الاستنساخ الجنيني) خاصة بعد تجويد التقانات المستخدمة وحل كثير من إشكاليات التوافق بين النواة المزروعة وسيتوبلازم البويضة المستقبلة لهذه النواة! ولقد تمكن العلماء بعد ذلك من استخدام تقنية النقل النووي في استنساخ الخنازير[٢٨] والأرانب[٢٩] والمعز[٣٠] من خلايا جنينية. واستثمرت إحدى الشركات الأمريكية نجاح ڤيلادسين وطلبت منه مساعدتها في تأسيس مشروع لاستنساخ الماشية. ونجح

ڤيلادسين في إنتاج مائة جنين مستنسخ في العام. وقد بلغ عدد العجول التي ولدت بتقنية النقل النووي (باستخدام خلايا جنينية) على مستوى العالم حتى عام ١٩٩٠ ألفي عجل[٣١]. وأقصى عدد مستنسخ من جنين واحد كان خمسة عجول متطابقة، وزاد العدد إلى أحد عشر عجلا باستخدام تقنية الاستنساخ المتسلسل Serial cloning[٣٢]. ومما هو لافت للانتباه أن التطبيقات العملية للاستنساخ الجنيني في النعاج اقتصرت على عدد محدود كنموذج لأبحاث النقل النووي في أجنة المختبرات. وقد استخدمت أنوية خلايا الكتلة الداخلية للجنين في مرحلة البلاستوسست Blastocyst وزرعها في بويضات منزوعة الأنوية[٣٣]. ونجحت بعد ذلك تجارب لاستنساخ فئران[٣٤] وقرد ريزوس rhesus monkey[٣٥].

وفجأة انهارت مشاريع الاستنساخ التجارية حيث اكتشفت الشركات الممولة أن الاستنساخ ليس بالمجال الذي يدر أرباحا واعدة، حيث يتكلف الكثير جدا ونتاجه لا يعادل تكلفته ماليا على رغم الدوي الهائل إعلاميا لمثل هذا المجال. ومن بين أهم العقبات التي يلزم ذكرها أن الشركات وقفت عاجزة عن تسويق الأجنة التي استنسختها، مما تسبب في الانهيار السريع غير المتوقع لكل المشاريع التجارية المرتبطة بالاستنساخ. ومع كل ذلك، فما تم إنجازه كان استنساخ أجنة، ولم نصل بعد إلى استنساخ حيوانات بالغة.

وقد نجح العلماء في مركز بحوث الرئيسيات في أوريجون Oregon بالولايات المتحدة الأمريكية في إنتاج القردة تترا tetra التي ولدت في ٤ يناير ٢٠٠٠. وتم الإنتاج بإخصاب صناعي خارج الجسم ثم تمت عملية فصل الجنين إلى أربع خلايا ثم تناميها في المنبت الزراعي ثم زرعها في رحم قردة. وقد وُلدت قردة واحدة من الأجنة الأربعة وسميت تترا. ومغزى إنتاج تترا أنها المرة الأولى التي يتم فيها إنتاج قردة بتقنية فصل خلايا الجنين. وتتميز تترا بأنها تفتح المجال لإنتاج ثدييات متطابقة قريبة من الإنسان يمكن استخدامها في البحوث الطبية.

انطلاق الجني من قمقمه

بعد أن كاد الجميع ينسون مصطلح الاستنساخ (في أي صورة من صوره) وتجاربه ونتائجه ذات الفائدة في مجال حيوانات الماشية أو احتمال تطبيقه على البشر، فوجئ العالم في الأسابيع الأخيرة من عام ١٩٩٣ بعناوين رئيسية في أهم الصحف والمجلات الأمريكية، ومن بينها نيويورك تايمز: استنساخ إنسان. وكان السبب في ذلك إعلان روبرت ستيلمان وجيري هول في مركز جورج واشنطن الطبي في أكتوبر ١٩٩٣ باستنساخ أجنة بشرية، حيث جمعا ١٧ جنينا (بين طور الخليتين والثماني خلايا - وجميع هذه الأجنة شاذة لأنها ثلاثية المجموعة الصبغية 3N) ثم نزعا النطاق الرائق (*) Zona pellucide الذي يحيط بالجنين الباكر، وفصلا الجنين المكون من ٨ خلايا، ثم أحاطا كل خلية من الخلايا الثماني بنطاق صناعي. ثم تركت

في وسط زراعي (منبت غذائي) حيث نمت كل خلية (فلجة) إلى جنين مكون من ٣٢ خلية. وبهذا الشكل تم الحصول على ثمانية أجنة متطابقة من جنين واحد(١)(٣٦).

وفي لقاء مع جيري هول في معمله في جامعة واشنطن في صيف ١٩٩٨ قال لي، لو أن المحررة العلمية لصحيفة نيويورك تايمز الأمريكية، اللامعة جينا كولاتا Gena Kolata لم تستخدم كلمة كلون clone - أي نسيخ - في تعليقها على تجربتنا ما كان هذا الانفجار الإعلامي ورد الفعل غير المتوقع لتجربتنا. واستطرد: لقد أنهينا التجربة عند هذا الحد وتخلصنا من كل الأجنة الناتجة. وأضاف: وكما تعرف كأستاذ لعلم الأجنة، فإن استنساخ الأجنة يختلف عن الاستنساخ باستخدام خلايا متمايزة مصدرها حيوان يافع. ولو أننا أكملنا تجربتنا إلى النهاية فإننا كنا سنحصل على توائم متطابقة. وحتى لو حدث هذا فهو ليس بجديد، فنحن نحصل في عيادات أطفال الأنابيب التي يرتادها الأزواج الذين يقاسون من عدم الإنجاب على توائم متطابقة. وأيضا الحمل الطبيعي ينتج المئات بل الآلاف من التوائم المتطابقة على مستوى العالم. ويضيف جيري هول: إذن ما قمنا به ليس بجديد، لأنه يتكرر في الحياة الطبيعية أو في عيادات الإخصاب خارج الجسم (الإخصاب الطبي المساعد).

الطريق إلى دوللي: أغنام وأبقار معدلة وراثيا

يعمل إيان ويلموت في شركة PPL للدوائيات، وكان هدف الشركة استخدام الماشية في صناعة عقاقير لعلاج أمراض بشرية. وقد نجحت الشركة فعلا في إنتاج أغنام معدلة وراثيا تنتج بروتينات بشرية في لبنها. وحيث إن كلفة إنتاج مثل هذه الحيوانات باهظة جدا، إلا أن الاستفادة الطبية منها مؤكدة، وبالتالي جدواها الاقتصادية عالية. لذلك اتجه تفكير الشركة إلى إيجاد طريقة لزيادة أعداد هذه الحيوانات المعدلة وراثيا بواسطة استنساخها، وبذلك ستوفر الكثير وتقل التكلفة ويصبح مشروعا جاذبا للاستثمار. هذا هو الهدف الرئيسي من تجارب الاستنساخ التي مولتها الشركة، ولم يكن هدفها أبدا إنتاج حيوانات بالغة مستنسخة. وكانت البداية استنساخ النعاج لأنها أصغر حجما وأرخص ثمنا من الأبقار. ولكن بعد نجاح التقنية زاد كم الفوائد التي سنتناولها بالتفصيل في نهاية هذه الدراسة.

بدأ إنتاج كائنات معدلة وراثيا مع البكتيريا في عام ١٩٧٣، والآن أصبحت هذه التقنية روتينية في صناعة التكنولوجيا الحيوية. وعند تطبيقها على الثدييات لإنتاج فئران أو أبقار معدلة وراثيا ابتكر البروفيسور فرانك رودل Frank Ruddle وتلميذه جون جوردون Jon Gor-don في جامعة يال Yale بالولايات المتحدة الأمريكية طريقة نجحا من خلالها في الحصول على فئران معدلة وراثيا، وكان ذلك عام ١٩٨٠. لقد حقنا المادة الوراثية (الدنا) في النواة الأولية لزيجوت الفأر فور الإخصاب، وبذلك أصبحت نواة الجنين تحتوي على مادة وراثية

(*) يحيط بالبويضة في الإنسان والثدييات غلاف يعرف بالنطاق الرائق Zona pellucida. ويستمر هذا الغلاف محيطا بالبويضة المخصبة في المراحل الأولى من التكوين الجنيني حتى طور البلاستوسست Blastocyst حتى مرحلة الانغراس، حيث يتحلل هذا الغلاف ليسمح للجنين بالانغراس في بطانة الرحم.

جديدة. وأثبتا لأول مرة، أن الهندسة الجينية لأجنة الثدييات يمكن تحقيقها، وليست خيالا علميا[٣٧]. والمادة الوراثية التي أولجت في جنين الفأر جعلت النسل الناتج يطلق عليه فئران معدلة وراثيا transgenic mice.

وبعد ذلك بأربعة عشر عاما ١٩٩٤. أصبح هناك مئات الآلاف من الفئران والخنازير والأبقار والنعاج المعدلة وراثيا باستخدام تقنية حقن الجنين بقطع من الدنا (المادة الوراثية DNA) من مصادر مختلفة (بشرية أو حيوانية)[٣٨]. وكما ذكر لي إيان ويلموت أن النعجة تراسي Tracy تعتبر أثمن نعجة في العالم، وهي ليست مستنسخة ولكنها معدلة وراثيا، وهي من أول الحيوانات المعدلة وراثيا ذات الجدوى الاقتصادية الحقيقية. ويضيف ويلموت «ولقد شاركت في الأبحاث التي أنتجتها، ولقد تمت ولادتها عام ١٩٩٠ ونشر البحث في دورية بيوتكنولوجيا Biotechnology في سبتمبر ١٩٩١. والبحث الذي أنتج النعجة تراسي هو الذي فتح الطريق لإنتاج النعاج: «ميجان» و«موراج» ثم «دوللي». لقد حصلنا على النعجة تراسي التي تنتج بروتينا بشريا هو أنزيم ألفا أنتي تربسين alpha-l-trypsin (AAT) في لبنها. ولقد أنتجته بكميات وفيرة (٦٠مم/لتر) واستخدم فعلا هذا الأنزيم لعلاج بعض أمراض الرئة مثل التليف الحوصلي cystic fibrosis. وقد نجح فريق العمل في إنتاج جيل كامل من النعاج المعدلة وراثيا لإنتاج AAT بتكاثر جنسي عادي بين كباش ونعاج معدلة وراثيا.

استنساخ النعجة دوللي وسر الرقم (6LL3)

عند إعلان مولد النعجة دوللي في فبراير ١٩٩٧، امتلأت الصفحات الأولى من الصحف والمجلات بصورة تجمع بين دوللي وأمها الاعتبارية (النعجة التي أُخذت من ضرعها الخلايا التي استُخدمت خلية منها في إنتاج دوللي). وتكرر نشر هذه الصور، والكل يعتقد أن النعجة مصدر الخلية الواهبة (صاحبة النواة والمادة الوراثية) على قيد الحياة، وقد تم اختيارها للتجربة وهي حامل في الثلث الأخير من حملها. ولكن عند لقائي مع إيان ويلموت في فعاليات المؤتمر الدولي للاستنساخ بواشنطن العاصمة، أفادني بأن النعجة مصدر الخلية، من سلالة دورسيت الفنلندية Finn Dorset، وكانت حاملا في المرحلة الأخيرة من الحمل وعمرها ست سنوات، وقد فُصلت خلايا من ضرعها وحفظت هذه الخلايا مجمدة (وكان ذلك عام ١٩٩٣) في أنبوبة تحمل رقم 6LL3 كمصدر لسلالة خلوية cell line يستخدم وقت الحاجة. وهذه النعجة ذُبحت قبل البدء في تجربة دوللي بثلاث سنوات. إلا أن الصحافة تصطنع من عندها ما تريد وتضع صورة للنعجة المستنسخة بجوار النعجة الأصل، وتختار صورة لنعجة فنلندية بيضاء بجوارها. وللأسف الشديد لم أسلم شخصيا من الانزلاق في هذا الخطأ، ففي محاضراتي في علم الأجنة لطلابي بالفرقة الثالثة في كلية التربية، جامعة عين شمس كنت أشرح التقانة وأذكر أنهم حصلوا على الخلايا من نعجة حامل عمرها ست سنوات وفي نهاية

التجربة قارنوا دوللي بالنعجة الأصل، ولم يجدوا فروقا ظاهرية. والسبب طبعا لي ولغيري هو أن مصدر هذه المعلومات هو الإعلام الذي أشاع هذا الخطأ.

كيف استُنسخت النعجة دوللي؟

نوجز خطوات استنساخ النعجة دوللي في المراحل التالية[٢]:

- مصدر الخلية الواهبة، خلايا الضرع بنعجة فنلندية بيضاء.

- وضعت هذه الخلايا في منبت غذائي لتتكاثر، ثم تم خفض تركيز السيرم (المصل) في المنبت الغذائي من ١٠٪ إلى ٠,٥٪ لمدة خمسة أيام. وقد استخدمت خلية من هذه الخلايا كمصدر للمادة الوراثية.

- تم إعداد الخلية البيضية (oocyte) المستقبلة، وكان مصدرها نعجة إسكتلندية سوداء الوجه حقنت بهرمون Gonadotropin Releasing Hormone، وبعد ٢٨-٣٣ ساعة أمكن الحصول على خلايا بيضية، ثم تفريغ الخلايا البيضية من أنويتها (مادتها الوراثية) وإعداد كل واحدة منها للاندماج مع خلية واهبة للنواة (المادة الوراثية).

- تم تحفيز الاندماج باستخدام تيار كهربي، وبذلك تم الحصول على خلية بيضية تحتوي على نواة خلية جسدية.

- وضعت البويضة بعد الاندماج في منبت غذائي، وبعد محاولات كثيرة فاشلة حصل الباحثون على خلية جنينية أخذت في الانقسام بصورة عادية، وبدأ التكوين الجنيني واستمر ذلك ستة أيام حتى طور البلاستوسست.

- تم زرع الجنين في طور البلاستوسست في رحم نعجة ثالثة.

- ولدت نعجة تحمل الصفات الوراثية للنعجة الفنلندية صاحبة الخلية التي استخدمت نواتها (مادتها الوراثية) في تمام الساعة الخامسة من مساء يوم الجمعة ٥ يوليو ١٩٩٦. وقد أعلن معهد روسلين Roslin بأدنبره في إسكتلندا في ٢٧ فبراير ١٩٩٧ استنساخ أول حيوان ثديي مشيمي، شاة اسمها دوللي، باستخدام خلايا حيوان ثديي بالغ، وكان يقود فريق العمل إيان ويلموت Ian Wilmut - الباحث الرئيسي - وقامت بتمويل الأبحاث شركة PPL للدوائيات[٢٤].

ملاحظات على التجربة:

أولا: تمت عملية الاندماج بين الخلية الجسدية والبويضة (الخلية البيضية) منزوعة النواة عن طريق إيلاج الخلية الجسدية وتمريرها أسفل النطاق الرائق Zona pellucida الذي يحيط بالبويضة. ثم تحفيز الاندماج بالحث الكهربي مما سمح بتسرب محتويات خلية الضرع بما تحمله من نواة (مادة وراثية) إلى داخل البويضة.

ثانيا: تم استخدام ثلاثة مصادر للخلايا الواهبة: ١- **المصدر الأول**، خلايا الضرع لنعجة عمرها ست سنوات. ٢- **المصدر الثاني**، خلايا جنينية embryonic cells لجنين نعجة عمره

تسعة أيام. ٣- **المصدر الثالث**، خلايا فيتوسية fetal cells لجنين عمره ٢٦ يوما. وكانت النتائج كالتالي: في الحالة الأولى تم الحصول على نعجة واحدة من ٢٧٧ حالة اندماج. وفي الحالة الثانية تم الحصول على أربع نعاج من ٣٨٥ حالة اندماج. وفي الحالة الثالثة تم الحصول على ثلاث نعاج من ١٧٢ حالة اندماج.

ثالثا: عزا فريق العمل نسبة الفشل الكبيرة وزيادة عدد الأجنة المشوهة إلى عدم وجود توافق في دورة الخلية cell cycle في الخلية الواهبة والبويضة المستقبلة مما تسبب في حدوث تشوه في الصبغيات (الكروموسومات) والذي بدوره تسبب في تشوه الأجنة النامية.

رابعا: هناك إشكالية أثارها العلماء وهي: هل الخلايا المستخدمة متمايزة أم أنها خلايا غير متمايزة أو خلايا جذعية Stem cells وهي التي توجد نسبة منها في الضرع. وسبب السؤال هو لو أن الخلايا التي فصلت من ضرع النعجة الفنلندية الحامل كانت خلايا غير متمايزة أو جذعية فإن هذا العمل وهو إنتاج دوللي لن يعتبر اختراقا علميا، لأنه سبق أن أنتج الفريق نفسه حيوانات مستنسخة باستخدام خلايا غير متمايزة (جنينية). ولم يتأكد القائمون بالبحث من النمط المظهري phenotype للخلايا الواهبة والتي مصدرها خلايا الضرع، وهل هي متمايزة أم لا. وذلك لأن خلايا الضرع تتكون من خلايا طلائية تزيد على ٩٠٪ بالإضافة إلى خلايا أخرى متمايزة تشتمل على خلايا (أرومات) ليفية fibroblasts ونسبة قليلة من خلايا جذعية. وقد راسلت (بصفة شخصية) العالم جون جوردون John Gurdon مؤسس تقنية النقل النووي الذي يشغل منصب رئيس معهد السرطان وبيولوجيا التنامي بجامعة كمبردج، وسألته: هل الخلايا الواهبة المستخدمة في إنتاج دوللي خلايا متمايزة أم خلايا جذعية، فكانت إجابته أن المؤلفين أوضحوا في ورقتهم العلمية التي نشرتها دورية نيتشر Nature أن النعجة دوللي قد تم إنتاجها من خلية مصدرها حيوان بالغ، ولقد أقروا بأنهم لم يتأكدوا من النمط المظهري phenotype للخلية من كونه خلية متمايزة أم لا. وبمراجعتي للورقة البحثية وجدت ما نصه: «أننا لا نستطيع استبعاد احتمال وجود نسبة من الخلايا الجذعية غير المتمايزة undifferentiated stem cells في الغدة الثديية (الضرع) خلال الحمل. وكما نعلم فإن النعجة التي استخدمت خلايا ضرعها كانت في المرحلة الأخيرة من الحمل.

خامسا: النعجة دوللي ليست نسخة متطابقة تمام التطابق مع النعجة الفنلندية التي استخدمت خلايا ضرعها، لأن ناتج الاندماج كان نواة الخلية الواهبة بالإضافة إلى سيتوبلازم البويضة منزوعة النواة، وهذا السيتوبلازم يحتوي على ميتوكوندريا تحتوي بدورها على الدنا (DNA).

وقد تطرق دوجلاس والاس أستاذ الوراثة الجزيئية في المركز الطبي في جامعة إيموري Emory في مقال بمجلة ساينتفك أميركان Scientific American عدد أغسطس ١٩٩٧ لهذا الموضوع، حيث ذكر أن كل خلية تحتوي على مئات الميتوكوندريا، وكل ميتوكوندريون يحتوي على

قطع من الدنا كل منها يحتوي على ٣٧ جينا. وأي طفرات في هذه الجينات يمكن انتقالها بسهولة إلى الأجيال التالية عن طريق البويضة. ويضيف أنه على الرغم من أن الدراسات قليلة في هذا الشأن، إلا أنه قد ثبت على وجه قاطع أن ٩٠٪ من طاقة الخلية والأنسجة والأعضاء والجسم ككل مصدرها الميتوكوندريا. وثبت أيضا أن أي تلف في جينات الميتوكوندريا قد يلعب دورا في عملية الشيخوخة، وفي بعض الأمراض التي تصيب المتقدمين في العمر مثل مرض ألزهايمر Alzheimer.

ميجان وموراج

ومن الإطلالة التاريخية السابق ذكرها يتبين أن إنتاج دوللي لا يعتبر اختراقا علميا إذا أخذنا في الحسبان معيار الأسس البيولوجية المتعارف عليها، حيث إننا نعرف أسس الاستنساخ التوالدي منذ ثلاثة عقود على الأقل. وكما تبين من العرض السابق أيضا أن العلماء قد نجحوا في استنساخ ثدييات باستخدام خلايا جينية وبذلك فإن دوللي ليست هي أول الثدييات المستنسخة، ولكنها فقط هي أول الثدييات المستنسخة باستخدام خلايا حيوان بالغ.

والعالم ويلموت نفسه قام باستنساخ نعاج باستخدام خلايا جنينية، ونجح هو وفريق العمل المساعد في الحصول على نعجتين ميجان وموراج، وكانتا توأمين متطابقين لأنهما استنسختا باستخدام خلايا جنين واحد، وقد تمت الولادة في يوليو ١٩٩٥ ونشر العمل في دورية نيتشر Nature في ٧ مارس ١٩٩٦(٣٩).

تنظيم عمليات التكوين الجنيني

أحد أهم أسس بيولوجيا التنامي والتكوين الجنيني هو التحكم في التمايز (التكشف) الخلوي cellular differentiation وتنظيمه. وفي غالبية الأنواع يكون نتاج التكاثر الجنسي تكوين البويضة المخصبة (الزيجوت). ترث هذه الخلية الواحدة نسخة مفردة من جينوم الأب وأخرى مفردة من جينوم الأم. وبالإضافة إلى هذه المادة الجينية وما يوجد في سيتوبلازم البويضة. عضيات وبروتينات ومواد أخرى وبهذه المكونات يتنامى الجنين. فالفرد البالغ، وفي أثناء عملية التنامي هذه، يحدث التمايز الخلوي الذي تنتج عنه الأنسجة والأعضاء التي يتكون منها الكائن اليافع[١٠]. وفي التشكل النهائي للأنسجة والأعضاء، تتكشف وتتمايز الخلايا حتى أن الكائن قد يحتوي على مئات من أنسجة مختلفة اشتقت بتميز بطيء ومنظم من البويضة المخصبة وحيدة الخلية. ورغم هذا التغير الخلوي التركيبي والسيتوبلازمي فإن أنوية هذه الخلايا تحتوي على العدد نفسه من الصبغيات الموجودة في الزيجوت التي اشتقت منه بالتفلج (الانقسام).

ويعتمد تخصص الخلية تركيبيا ووظيفيا على طبيعة البروتينات المكونة لها، والتي تعتمد بدورها على ترجمة (تعبير) المعلومات الوراثية الموجودة في الجينات. وهذا يضع أمامنا تساؤلا: كيف يمكن للخلايا التي تحمل الجينات نفسها، أن تنتج بروتينات مختلفة في أنسجة

الجسم؟ والإجابة: أن الجينات لا توجد نشطة أو فعالة في كل الخلايا، فنشاط الجينات يختلف باختلاف تركيب ووظيفة الخلية. أي أن التميز الخلوي هو تعبير صادق وانعكاس للاختلاف في نشاط الجينات. فهناك نظرية تقول إنه عندما تتمايز الخلية إلى خلية متخصصة، فإنها تعيد تنظيم البروتينات التي تحجب معظم دناها DNA. فالخلية المتمايزة مبرمجة للقيام بوظيفتها المنوطة بها، فالخلية العضلية منوط بها الانقباض. الخلية مبرمجة ومستعدة فقط للقيام بهذه الوظيفة، وبذلك فإنها تستخدم جزءا محددا ومعينا ومعروفا جدا من مادتها الوراثية (جيناتها) للقيام بهذه الوظيفة. وفي أثناء التميز، ستحتاج الخلية، التي ستتكشف إلى خلية عضلية، إلى جينات تختلف عن تلك التي تحتاج إليها خلية لتصبح خلية عصبية[١٠][٤٠].

ويبقى سؤال آخر: هل المعلومات الموجودة في الجينات (الدنا DNA) تُفقد خلال التنامي والتمايز الخلوي، وهي نتيجة تنظيم عالي الخصوصية للتعبير الجيني. وخلال هذه العمليات، فإن الدنا DNA لا يفقد ومعظم خلايا الحيوان اليافع تملك نسختين من الجينوم كما ورثتها في الأصل من البويضة المخصبة كناتج للتكاثر الجنسي[٤١]. وإذا كانت معظم الخلايا تحتوي على المعلومات الجينية المطلوبة للتنامي الناجح، إذن فما العوامل التي سببت ارتفاع نسبة الفشل في تكوين أجنة أو أفراد بالغة باستخدام نواة خلية جسدية من حيوان يافع (تقنية النقل النووي).

حجر الزاوية في نجاح استنساخ دوللي

مما يثير العجب أن هذا الإنجاز الذي يعتبر أهم اكتشاف علمي في مجال تكنولوجيا الإنجاب لم يأت من المراكز البحثية المشهورة بأبحاثها في علوم الوراثة والهندسة الوراثية أو التناسل الحيواني أو من جامعة مشهورة، ولكنه أتى من مكان بعيد غير مزدحم ويهتم بتربية الحيوانات وأبحاث الزراعة. هذا المكان كان محطة لتربية الحيوان تحولت بعد ذلك إلى معهد روسلين الذي يوجد في بلدة روسلين بالقرب من مدينة أدنبره في إسكتلندا.

وعلى الرغم من أن استنساخ دوللي خطوة عملاقة في مجال تكنولوجيا الإنجاب إلا أنها خطوة اعتمدت على التجارب التي أجريت طوال أربعة عشر عاما سبقتها (١٩٨٣ - ١٩٩٧)[٤٢].

تحققت **الخطوة الأولى** في معهد وستار في فيلادلفيا عام ١٩٨٣ حيث أسس كل من جيم ماكجرات Jim McGrath وداڤور سولتر Davor Solter بروتوكول نقل الأنوية باستخدام خلية جنين فأر[٢٥]. وتعود أهمية هذا العمل إلى استخدام تقنية مختلفة عن تقنية جوردون التي تم فيها نقل نواة خلية جسدية وزرعها في بويضة منزوعة النواة. الجدير أن سولتر ومساعده قاما بإيلاج الخلية الجسدية أسفل النطاق الرائق الذي يحيط بالبويضة منزوعة النواة، ثم تحفيز الاندماج بحث كهربي أو عامل كيميائي. وعلى الرغم من أن اسم التقنية ازدراع الأنوية Nucle- ar transplantation، إلا أن سولتر وماكجرات لم يزرعا أنوية بتاتا. وبذلك نجحا في حماية

النواة (المادة الوراثية)، حيث إن هذه التقنية حافظت على ٩٠٪ من الأجنة المعاد تركيبها (المدمجة) بأنوية (مادة وراثية) من أجنة باكرة[٤٣].

أما **الخطوة الثانية**، فقد تحققت عام ١٩٨٦ عن طريق ستين فيلادسين، حيث إن ما قام به يختلف عن تقنية سولتر وماكجرات، لأنه أول من استخدم بويضات غير مخصبة تم نزع أنويتها واستخدمت كمستقبلات للأنوية (المادة الوراثية) الواهبة[٢٦].

بعد أن حققت لهم أكبر إنجاز علمي... قتلوها

كما أثار مولدها الجدل حول الاستنساخ فقد تسبب موتها في تصاعد الجدل حول قضية الاستنساخ. أعاد موت دوللي الهيجان الشديد عن المخاطر البيولوجية المصاحبة للاستنساخ الإنجابي (التوالدي).

النعجة دوللي التي ولدت في الخامسة من مساء يوم ٥ يوليو ١٩٩٦، كانت في عمر ٦ سنوات وسبعة أشهر وأحد عشر يوما عندما قرر علماء معهد روسلين في إسكتلندا إنهاء حياتها بعد أن أكدت الفحوص الطبية إصابتها بالتهاب رئوي حاد. وقد نفقت النعجة المستنسخة دوللي بعد حقنها بمادة قاتلة، وقرر الباحثون نقلها إلى متحف إسكتلندا الوطني في أدنبره لكي تعرض هناك. ومن باب الرحمة قرر الأطباء المشرفون على رعايتها التعجيل بنهايتها لإراحتها من الآلام الشديدة التي صاحبت الأمراض التي أصابتها، وقد تم ذلك في الرابع عشر من فبراير ٢٠٠٣.

وكما هو معروف فإن النعجة دوللي قد تم تزويجها للكبش داڤيد وانجبت في حملها الأول أنثى أطلق عليها اسم بوني، وذلك في أبريل ١٩٩٨. وفي حملها الثاني أنجبت ثلاثة حملان أصحاء، ذكرين وأنثى، وذلك في ٢٤ مارس ١٩٩٩. وحتى ديسمبر ٢٠٠٢ كانت النعجة دوللي قد أنجبت ستة حملان في سنواتها الست التي عاشتها[٤٤].

تقرير علمي عن الحالة الصحية للنعجة دوللي

من المهم بمكان أن نتابع ما أعلن من تقارير عن الحالة الصحية للنعجة، لأن هذا قد يعكس الآثار الجانبية لهذه التقنية في الاستنساخ التوالدي. وقد أكد العلماء في معهد روسلين أن المرض الذي أصاب الرئة والذي تسبب في التعجيل بقتلها كان ڤيروسا تسبب في ورم متقدم في الرئة يعرف (SPA)، Sheep Pulmonary Adenomatosis. وأشار العلماء إلى أن هذا المرض يشيع في النعاج في عمر ٤-٥ سنوات. وقد صرح إيان ويلموت بأنه لا يوجد دليل على أن هذا المرض له علاقة بطريقة إنتاج دوللي كأول حيوان ثديي مستنسخ من خلال حيوان بالغ. وأن هذا الڤيروس الذي أصاب الرئة، والذي يكون كامنا في النعاج لبعض الوقت، تسبب في حدوث وفيات لنعاج أخرى كانت ترافق دوللي في حظيرتها. وقد أكدت نتائج التحاليل الأولية الباثولوجية لما بعد الوفاة، التقارير السابقة من أن النعجة كانت تعاني من التهاب

المفاصل في أرجلها الخلفية. وأضافت التقارير أن التهاب المفاصل في نعاج من عمر دوللي غير شائع نسبيا، ولكن علماء معهد روسلين أشاروا إلى أنهم لا يعرفون هل هذه الحالة لها علاقة بالاستنساخ. وكما صرح ويلموت في تعليق له على ذلك، بأنهم قد عالجوا التهاب المفاصل في دوللي بمتابعة جيدة بأدوية مضادة للالتهابات، وأنه لا يوجد طريق لمعرفة هل الإصابة بالتهاب المفاصل كان له علاقة بالاستنساخ(٤٤).

ما بعد دوللي : هجوم المخلوقات المستنسخة

فئران هونولولو : دوللي - لست وحدك الآن

ما أجمل أن يعيش المتخصص منا الحدث العلمي مع من قام به، ويتحدث معه ويتناقش مناقشة علمية مستفيضة تخوض في التفصيلات الدقيقة جدا، ويغوص في أغوار العالم الذي توصل إلى هذا الإنجاز. وفقني المولى عز وجل أن تتاح لي هذه الفرصة مرتين، ومع أهم إنجازين في تكنولوجيا الإنجاب في الثدييات. **الموقف الأول** كان مع صاحب النعجة دوللي، العالم إيان ويلموت، وكثير مما دونته هنا ويرتبط بعمله ناقشته معه في رحاب المؤتمر الدولي للاستنساخ الذي عُقد في العاصمة واشنطن دي سي، بالولايات المتحدة الأميركية عام ١٩٩٨. أما الموقف الثاني فكان لقائي مع العالم الياباني ياناجيماشي Ryuzo Yanagimachi والذي كان السبب في إثبات أن ويلموت ورفاقه على حق وأن استنساخ الثدييات أصبح حقيقة واقعة، لأنه ورفاقه كانوا أول من أعلن استنساخ مجموعة أخرى من الثدييات وهي الفئران، بعد استنساخ النعاج وتم ذلك عن طريق استخدام خلايا كاملة التمايز Completely differentiated ومن حيوان يافع. كيف حدث هذا اللقاء؟ المصادفة لعبت فيه دورا كبيرا. فبينما نحن في فعاليات المؤتمر السابق ذكره وفي صباح السبت ٢٧ يونيو ٩٨ قرأت خبرا في الواشنطن بوست عن أن ياناجيماشي سيعقد لقاء علميا في جامعة واشنطن يوم الاثنين ٢٩ يونيو ليشرح فيه تفاصيل البحث الذي أنجزه مع زملائه وكانت نتيجته استنساخ ٥٠ فأرا mouse تمثل ثلاثة أجيال. وكانت محاضرة ممتعة شرح فيها بالتفصيل ما تم إنجازه وفي نهاية المحاضرة، قال: إنها المرة الأولى التي يتم فيها استنساخ حيوان ثديي من خلايا متمايزة لحيوان يافع، بل ويمتد الاستنساخ لثلاثة أجيال. ثم قام بعرض شريحة للنعجة دوللي تملأ شاشة العرض ثم اتجه برأسه ناحية الصورة وبطريقة درامية بارعة تحدث مع النعجة قائلا: الآن أستطيع أن أقول إنك لستِ وحدك.

ومن أهم ما ذكره لي ياناجيماشي، في ذلك الوقت، أنهم حصلوا على نتائج مبشرة في مجال استنساخ الفئران حيث توصل مع زميله تيرو واكاياما Teru Wakayama إلى استنساخ أول حيوان ثديي بالغ جنسه ذكر على مستوى العالم(٤٥). وكان فأرا ذكرا (حيث إن كل التجارب

السابقة كانت نتائجها إناثا، لأن مصدر الخلايا الجسدية إناث). وأضاف: ونجحنا أيضا في استنساخ فأر المعمل laboratory mouse وأن النتائج ستنشر خلال عام ١٩٩٩[٤٦].

كيف تم استنساخ الفئران

تم إنجاز هذا العمل في جامعة هاواي - هونولولو، بالولايات المتحدة الأميركية، ونشر البحث في دورية نيتشر Nature (يوليو ١٩٩٨)[٤٧]. وقد تم استخدام ثلاثة أنماط من خلايا كاملة التمايز من فأر بالغ، وهي خلايا سرتولي Sertoli cells (وتوجد في الأنيبيبات المنوية في الخصية)، وخلايا عصبية وخلايا ركام البيضة Cumulus cells (وتوجد في حوصلة جراف في المبيض). هذه الخلايا الجسدية لها صفات مورفولوجية مميزة تجعل من السهل التعرف عليها دون أدنى شك في طرزها (نمطها) المظهري phenotype. وجميع هذه الخلايا تم استخدامها مباشرة وفورا ودون زراعة (مثل خلايا الضرع التي استخدمها ويلموت في إنتاج دوللي). وقد نجحت التجارب باستخدام خلايا ركام البيضة. تم الحصول على بويضات (خلايا بيضية) منزوعة النواة وحقنت كل منها بنواة خلية الركام وتعرف هذه التقنية، الحقن الميكروي microinjection، وتم نقل الجنين المتكون إلى رحم فأرة مستقبلة. ونتج عن ذلك عشر فئران إناث عاشت بصحة جيدة، وقد تمت ولادة أولاها في ٣ أكتوبر ١٩٩٧ وأطلق عليها اسم كيميولينا Cumulina. وكانت نسبة النجاح ضئيلة للغاية (تمت ولادة عشرة فئران من ٨٠٠ جنين). وقد تم استنساخ فئران من الجيل الأول ونتج جيل ثان، وتم استنساخ جيل ثالث من الجيل الثاني. وقد أكدت هذه التجربة أن الأجيال المتتالية من النسائخ لا يحدث فيها تغيير يؤثر في ناتج عملية الاستنساخ. وأهم فرق بين التقنية التي استخدمت في إنتاج دوللي والتقنية التي استخدمت في إنتاج فئران هونولولو هو أن الأولى تمت عن طريق الدمج الكهربي electrofusion[٢] والثانية كانت بالحقن الميكروي microinjection[٤٧].

العوامل التي تعتمد عليها زيادة معدل نجاح الاستنساخ بالنقل النووي

لا شك في أن هناك سؤالا يتبادر إلى الذهن، وهو ما السبب في نسب الفشل العالية في كل تجارب الاستنساخ التي تمت؟ ثم ما سبب الاختلاف في هذه النسب؟

يمكن تفسير ذلك في الفقرة التالية:

في تقانة النقل النووي يتم نقل نواة خلية إلى سيتوبلازم بويضة منزوعة النواة. وعندما نستخدم كلمة نسيخ (clone) لوصف الكائن الناتج بالنقل النووي، يجب الا نغفل دور سيتوبلازم البويضة المستقبلة والذي يختلف من بويضة إلى أخرى على الرغم من أن مصدر الأنوية قد يكون واحدا. تكوين أجنة وحيوانات يافعة بالنقل النووي يعرف بتكوين نسخ جينومية. ويعتمد نجاح التقنية على العديد من العوامل من بينها كفاءة البويضة ونجاح آلية الدمج وظروف المنبت الغذائي ومراحل دورة الخلية لكل من الخلية الواهبة والبويضة المستقبلة، هذا بالإضافة إلى عدد آخر من العوامل قيد البحث تشمل: مصدر النواة وتركيب

الهستونات وأنماطا مثيلة الدنا DNA methylation والدمغ الجيني gene imprinting. فضلا عن عوامل أخرى مهمة تعود إلى الأم صاحبة الرحم الذي سيتم فيه ازدراع الجنين ويشمل الأم وحالتها الهرمونية والغذائية. فقد يفشل الانغراس في الرحم وبالتالي الحمل. وقد ينجح الانغراس والحمل ولكن لا يستمر الحمل لنهايته. هذا بالإضافة إلى التشوهات الكروموسومية والزيادة الكبيرة في حجم الأجنة مقارنة بالأجنة التي تنمو طبيعيا(٤١).

تسلسل تاريخي لأهم الأنواع المستنسخة

نخلص مما سبق إلى أن هناك عدة مراحل للاستنساخ في الثدييات. بدأت المرحلة الأولى باستنساخ ثدييات بطريقة شطر (فصل) خلايا الجنين الباكر Embryo splitting (Blastomere separation) سيناريو التوائم المتطابقة وحيدة الزيجوت (monozygotic twins) والتي طبقت بنجاح في ثدييات مختلفة من بينها النعاج والأبقار والفئران والقرود. بل وأنجزت في الإنسان ولكن حتى مرحلة جنينية باكرة جدا (قبل طور البلاستوسست)، ثم كانت المرحلة الثانية، التي تم فيها استنساخ ثدييات باستخدام تقنية النقل النووي، ولكن مصدر الأنوية كان خلايا جنينية (استنساخ أجنة). وقد استمرت هاتان المرحلتان بين عامي ١٩٨٦ و١٩٩٦. ثم كان الإعلان عن نجاح استنساخ حيوان ثديي باستخدام تقنية النقل النووي لخلايا جسدية مصدرها حيوان يافع، وكانت النعجة دوللي هي بداية المرحلة الثالثة التي أُعلن عنها عام ١٩٩٧. ومنذ ذلك الحين انطلقت شرارة المناقشات الصاخبة في أنحاء العالم عن إمكان استنساخ البشر. وحتى تاريخه (يناير ٢٠٠٦) تم استنساخ عدة أنواع من الحيوانات الثديية عن ولادات عدة من خنازير وغنم وبقر وهررة (قطط) وقوارض (فئران وجرذان)، كما استنسخ بغل. وقد حظي هذا البغل باهتمام خاص لأن البغل - وهو هجين من الحصان والحمار - يكون في الأحوال العادية عقيما.

ومن الجدير بالملاحظة أن الحيوانات المستنسخة ليست دائما مطابقة تماما من حيث المظهر للأصل، حيث إن استنساخ قطة منزلية عادية في عام ٢٠٠١ أعطى قطة مستنسخة يختلف لون فرائها عن فراء القطة مصدر النواة. ذلك أن الكروموسوم (×) في القطط يحمل عدة جينات مسؤولة عن لون الفراء، وبعض هذه الجينات يتعطل مفعوله بصورة عشوائية في أثناء نمو أجنة القطط الإناث التي تحمل كروموسومين(×). ومن ثم فإن الخلايا، حتى إذا كانت مأخوذة من مصدر واحد، سوف ينتج بعضها حيوانا مستنسخا ذا فراء أسود إذا طمست جينات اللون الأخرى، وينتج بعضها حيوانا مستنسخا ذا فراء برتقالي اللون عندما تزرع في بويضة منزوعة النواة تتنامى لتكون هرة صغيرة(٤٨).

وأول نجاح في استنساخ حيوان من جنس الخيول قام به فريق من الباحثين الأميركيين باستنساخ بغل أطلق عليه اسم جوهرة إيداهو (Idaho Gem) وذلك في الرابع من مايو ٢٠٠٣. وقد حظي هذا الإنجاز باهتمام خاص لأنها أول عملية استنساخ لحيوان هجين، إذ يولد البغل

من تزاوج بين فرس وحمار، وقاد فريق العمل جوردون وودز Gurdon Woods ونُشر البحث في عدد أغسطس من دورية نيتشر Nature عام ٢٠٠٣. أما أول حصان مستنسخ فكان المهرة برومتيا Prometea، وقد نجح العلماء البريطانيون في استنساخها في ٢٨ مايو ٢٠٠٣[٤٩].

وسنوجز في تسلسل تاريخي أهم أنواع الحيوانات الثديية التي تم استنساخها[٤٩][٥٠][٥١]:

١٩٩٧: الإعلان عن النعجة دوللي Dolly (Wilmut et al.)

١٩٩٨: الفأرة كيميولينا cumulina (Wakayama et al.)[٤٧]

- العجلان جورج George وشارلي Charlie (Kato et al.)[٥٢]

وكان ذلك في يناير ١٩٩٨، وعلى الرغم من أنه كان أول استنساخ ناجح لأبقار باستخدام خلايا بالغة إلا أن فضيحة الرئيس الأمريكي بيل كلنتون مع موظفة البيت الأبيض مونيكا لوينسكي Lewinsky. غطت على خبر الاستنساخ.

١٩٩٩: - ماعز (Baguizi et al.)[٥٣]

- أبقار (Vignon et al.)[٥٤]، (Wells et al.)[٥٥][٥٦]

- ذكور فئران (Wakayama & Yanagimachi)[٤٥]

٢٠٠٠: خنازير (خمسة خنازير: ميللي Millie، كريستا christa، أليكسس Alexis، كاريل Carrel، دوت كوم Dot com) (Onishi et al)[٥٧]

- فئران (Tamashiro et al.)[٥٨]

- أبقار (Hill et al.)[٥٩]، (kato et al.)[٦٠]، (Kubota et al.)[٦١]

٢٠٠١: ماشية (Lanza et al.)[٦٢]

٢٠٠٢: أرانب[٤٩]

- القطة سي سي (CC)[٤٩]

٢٠٠٣: - أول حصان مستنسخ اسمه برومتيا Prometea

- أول جرذ (rat) مستنسخ اسمه رالف Ralph

٢٠٠٤: سيدة أمريكية من تكساس تدفع ٥٠ ألف دولار لاستنساخ قطتها Nicky التي يصل عمرها ١٧ عام. واعتبرت هذه القطة أول حيوان أليف يتم استنساخه بطلب صاحبه.

٢٠٠٥: - استنساخ خيل السباق وسمي Pieraz Cryozootech.

- استنساخ أبقار في البرازيل (بورا Pora - بوتيرا Potira) من سلالة تتميز بجودة لحومها.

- استنساخ أول كلب واسمه سنوبي Snuppy في أغسطس ٢٠٠٥.

استنساخ أنواع منقرضة[٤٩][٥١]

كان حلم بعض العلماء ومنذ عدة عقود محاولة الحصول على دنا DNA وظيفي من أنواع منقرضة. والتطبيقات المحتملة لذلك صيغت دراميا في قصة كتبها ميخائيل كريشتون Michael

Chrichton والتي حولتها هوليوود إلى فيلم الحديقة الجوراسية Jurrasic Park. وفي عام ٢٠٠٠ تم استنساخ أحد النمور الآسيوية المعرضة للانقراض، ولكن المولود مات بعد يومين (تم استخدام رحم بقرة كحاضن للجنين). وفي هذا المضمار يخطط العلماء لاستنساخ حيوان الباندا العملاق. وحاولت الهند في العام نفسه (٢٠٠٠) استنساخ فصيلة الفهود النادرة المعروفة باسم الشيتا وهي أكثر الحيوانات البرية سرعة على الإطلاق، حيث عكف كبار العلماء في معامل حيدر أباد المختصة بالحفاظ على الحيوانات المهددة بالانقراض على بحث سبل استنساخ هذه النوعية النادرة من الفهود الآسيوية بالاستعانة بإناث الفهود لاستخدام بويضاتها وأرحامها، ولم يُعلن نجاح التجربة. وفي عام ٢٠٠٢ أعلن علماء الوراثيات في المتحف الأسترالي نجاحهم في الحصول على كمية من دنا النمر التاسماني (Tasmanian tiger)، وبعدها بثلاث سنوات أعلن المتحف أنهم أوقفوا المشروع بعد عدة اختبارات تبين بعدها أن المادة الوراثية التي تم الحصول عليها غير صالحة. ولقد تحقق العلماء من أن أهم العقبات في محاولة نجاح استنساخ أنواع منقرضة هي الحاجة إلى مادة وراثية DNA سليمة، فضلا عن البحث عن أنثى حيوان ثديي يصلح رحمها لإكمال الحمل. إن استنساخ عينة واحدة (قد تكون ذكرا أو أنثى) يحتاج إلى قرينها حتى يحدث تكاثر طبيعي. وحتى لو تم استنساخ ذكر وأنثى من النوع نفسه سيبقى السؤال: هل ستنمو هذه الحيوانات بصورة طبيعية في غياب سلالتها التي تعلمها السلوك الطبيعي. وحتى لو نجح الاستنساخ في الأنواع المنقرضة، يجب أن نأخذ في الاعتبار أن الاستنساخ ما زال قضية تجريبية وخاصة في الرئيسيات.

الاستنساخ العلاجي في البشر

Therapeutic cloning

سبق أن شرحنا طرق الاستنساخ باستخدام تقنية النقل النووي سواء باستخدام أنوية خلايا جنينية أو أنوية خلايا جسدية من حيوان بالغ. وتعرف الحالة الأخيرة بالاستنساخ التوالدي Reproductive Cloning الذي يهدف إلى إنتاج طفل متطابق جينيا مع الفرد صاحب النواة. ويعتبر هذا كآخر حل لزوجين غير قادرين على إنجاب طفل يرتبط بهما بيولوجيا بأي طريق آخر. بينما يهدف الاستنساخ العلاجي Therapeutic Cloning إلى إنتاج خلايا جذعية (خلايا الأساس Stem cells) متطابقة جينيا لمريض، ويمكن بعد ذلك تمايز خلايا الأساس هذه إلى خلايا متخصصة لعلاج العديد من الأمراض التنكسية التي يعاني منها المريض[٦٣].

وأهم ما يميز الاستنساخ التوالدي عن الاستنساخ العلاجي، أن الهدف الرئيسي الأول هو إنتاج فرد كان له صفات الفرد نفسه الذي استنسخ منه. بينما الهدف من الاستنساخ العلاجي هو إنتاج أجنة بشرية لاستخدامها في الأغراض البحثية والعلاجية، ولا يتم في جميع الأحوال نقل الجنين إلى رحم الأم مطلقا[٦٤].

وسوف نعرض باختصار شديد المراحل الباكرة لتنامي جنين الإنسان حتى طور البلاستوسست، ثم ماهية الخلايا الجذعية وكيفية تكوينها، ثم التجارب التي تمت لاستنساخ أجنة بشرية وننتهي بتطبيقات الاستنساخ العلاجي.

قدس أقداس الحياة الإنسانية: الخلية الأولى التي يتخلق منها الإنسان

الأمر المعجز الخارق هو لقاء الحيوان المنوي بالبويضة وسلسلة التفاعلات التي تحدث في البويضة - الواحد يتبع الآخر - تتداخل وتتقاطع في شبكة معقدة مذهلة وهرمونية منسقة. كل هذا يحدث خلال الحمل لإنتاج وليد بشري وليس بطة أو فراشة أو زرافة. الإعجاز أنه فور اللقاء يتم الإخصاب،فالانقسام، ثم الالتصاق، فالانغراس في بطانة الرحم، ثم... وبعد تسعة أشهر وليد ينتقل إلى عالم آخر ويفكر ويعي. إنها المعجزة المذهلة التي تشعرك بجلال عملية الخلق في مراحل التكوين الجنيني بين الإخصاب والميلاد. فعند اكتمال الإخصاب وتكوين البويضة المخصبة (الزيجوت)، وهي الخلية التي ستكون الكائن البشري، يبدأ التكوين الجنيني بانقسام (تفلج) الزيجوت إلى خليتين جنينيتين (فلجتين)، تنقسم كل منهما لتصبحا أربعا، تنقسم مرة ثانية لتصبح ثماني خلايا. ومع الجولة التالية للانقسام الخلوي لإنتاج ١٦ خلية يبدو الجنين في شكل كتلة خلوية تعرف بالتوتية ويستمر الجنين في رحلته داخل قناة فالوب، ويدخل الرحم حوالي اليوم الخامس من الإخصاب، حيث يسمى الجنين: الكيسة الأريمية أو البلاستوسست Blastocyst والبلاستوسست هو كرة مجوفة تنتظم خلاياه إلى: طبقة خلوية خارجية (محيطية) تسمى الطبقة المغتذية (تروفوبلاست trophoblast) التي ستكون جزءا من المشيمة ومجموعة من الخلايا المركزية تعرف بكتلة الخلايا الداخلية (Inner Cell Mass) وهي التي ستتكون منها أنسجة وأعضاء الكائن البشري[٦٥].

ماهية الخلايا الجذعية وكيف يتم تكوين خلايا جذعية جنينية بشرية

الخلايا الجذعية هي خلايا من نوع خاص، حيث تمتاز بقدرتها على القيام (في وقت واحد) بوظيفتين أساسيتين، فهي قادرة على تجديد نفسها باستمرار، وعلى التمايز لإنتاج خلايا متخصصة الوظائف. وهذه القدرة على التكاثر الدائم والقدرة على التحول إلى خلايا محددة الوظيفة تجعلان منها - إن جازت التسمية - قطعا نادرا أو عنصرا فريدا في جسم الكائن الحي.

ثم الاستفادة من تقنية الإخصاب خارج الجسم IVF التي يتم فيها تكوين جنين باكر حتى طور البلاستوسست (أو أطوار قبل ذلك)، حيث تتم الخطوات نفسها حتى طور البلاستوسست. ويقوم العلماء بعد ذلك بفصل كتلة الخلايا الداخلية من الجنين في مرحلة البلاستوسست، وزراعتها في منبت غذائي tissue culture لتنميتها بأعداد كبيرة وتكوين سلالات خلوية (cell lines) منها تستخدم وقت الحاجة. وتعرف هذه الخلايا بعد زراعتها بالخلايا الجذعية الجنينية البشرية Human Embryonic stem cells (HESC)

وهذه الخلايا هي التي يسعى إليها العلماء على اعتبار إمكان استخدامها في إنتاج أعضاء بشرية.

وقد عرف في السنوات الأخيرة أنه في داخل كل نسيج من نسج الجسم توجد خلايا تحافظ على حياتها باستمرار، وفي حالة الحاجة تتحول لتعطي كل أنواع الخلايا التي تشكل ذلك النسيج، فخلايا المنشأ (الجذعية) في الجلد تستطيع أن تعطي الخلايا الجلدية إذا تعرض الجلد للجروح أو الحروق، والخلايا الجذعية في الكبد تستطيع أن تعطي جميع أنواع الخلايا الكبدية، والخلايا الجذعية في نقي العظام يمكنها أن تولد كل خلايا الدم في جسم الإنسان. وعند الحديث عن الخلايا الجذعية يجب التمييز بين الأنواع المختلفة التي تنضوي تحت هذا الاسم، فهناك الخلايا الجذعية الجنينية embryonic Stem cells وهي الخلايا التي لها القدرة على إنتاج كل أنواع خلايا الجسم. وهي مجموعة الخلايا التي تعرف بكتلة الخلايا الداخلية في الجنين الباكر المعروف بلاستوسست. وهناك أيضا ما يسمى بالخلايا الجذعية (خلايا المنشأ - خلايا الأساس) البالغة adult stem cells، وهي موجودة في جميع النسج التي يتكون منها الجسم، وتكون قادرة على إنتاج أنواع قليلة من الخلايا التي تدخل في تركيب نوع معين من الأنسجة[٦٦][٦٧]. ولن نزيد أكثر من ذلك في الخلايا الجذعية، لأن هدفنا هو شرح دورها في الاستنساخ العلاجي فقط.

استنساخ أجنة بشرية

في يناير ٢٠٠٢ كان غلاف مجلة «علوم» الأمريكية تزينه صورة لأول جنين بشري مستنسخ مكون من ست خلايا على الأقل وبعنوان «أول جنين بشري مستنسخ». وقد قام بهذا العمل فريق يقوده الدكتور خوسيه سيبلي (Jose Cibelli) وبتمويل من شركة ACT أدفانسد سل تكنولوجي Advanced Cell Technology، وتم الحصول على البويضات من نسوة متبرعات تتراوح أعمارهن بين ٢٤ و٣٢ عاما، ولدى كل منهن طفل واحد على الأقل. وبعد الاختبارات استقر الأمر على ١٢ امرأة صالحة للتبرع. وتم الحصول على خلايا جسدية معزولة من الجلد (أرومات ليفية fibroblasts) لأفراد يتمتعون بصحة جيدة، بالإضافة إلى أفراد يعانون اضطرابات صحية مثل الداء السكري أو تلف في النخاع الشوكي، أي أنماط من الأفراد من المنتظر أن يستفيدوا من الاستنساخ العلاجي. وتمت المحاولة الأولى في شهر يوليو ٢٠٠١ وفشلت التجربة. فتمت إعادة التجربة بتغيير الخلايا الجسدية، فبدلا من أن تستخدم خلايا الجلد تم استخدام خلايا ركام البيضة cumuls cells التي توجد في المبيض (وتحيط بالبويضة داخل حويصلة جراف) وسبق أن استخدمها فريق جامعة هاواي في استنساخ الفئران عام ١٩٩٨. وتم حقن الخلية كاملة في البويضة منزوعة النواة ونجحت المحاولة هذه المرة، وقد تم استخدام ٧١ بويضة من سبع متطوعات،

وتم الحصول على جنينين فقط كل منهما مكون من أربع خلايا، وانقسمت خلية أخرى إلى ست خلايا على الأقل ثم توقف التنامي[٦٨].

ولكن ماذا كان هدف سيبلي وزملائه من هذه التجربة. كان الهدف هو عزل خلايا جذعية stem cells بشرية من الكيسات الأريمية (البلاستوسستات Blastocysts) تصلح لأن تكون المخزون الأولي لإنماء خلايا عصبية أو عضلية أو أنسجة أخرى بديلة تستعمل لعلاج مصابين بعلل متنوعة. ويقول سيبلي: «إن الخلايا الجذعية من الأجنة المستنسخة يمكن أن توجه لتصبح خلايا جزيرات البنكرياس المنتجة للأنسولين التي تعالج الداء السكري أو خلايا عضلية قلبية. لقد توصل العلماء إلى تحويل الخلايا الجذعية الجنينية البشرية إلى أنواع مختلفة من خلايا وأنسجة الجسم. ويضيف سيبلي: إننا نأمل ليس فقط في علاج ومداواة الأحبال الشوكية التالفة، ولكن أيضا علاج اضطرابات الدماغ (مثل داء باركنسون وفيه يؤدي موت خلايا الدماغ التي تصنع مادة الدوبامين إلى رعاش وشلل يتعذر التحكم فيهما). والمنهج نفسه قد يفيد أيضا في علاج مرض ألزايمر والسكتة الدماغية[٦٩].

ويتضح مما سبق أن الهدف الذي سعت إليه كل محاولات استنساخ أجنة بشرية هو التوصل إلى حل لمشكلة رفض الجسم البشري للأنسجة الغريبة أو العضو الغريب، وذلك عن طريق توفير النسيج أو العضو البديل، بإنتاجه من خلايا الشخص نفسه، مما يوفر المشاق والمخاطر واحتمالات رفض الجسم للعضو الغريب، وهو أمر شائع في عمليات زرع الأعضاء حيث يفاجأ الأطباء بعد نجاح العملية بأعراض رفض الجسم للعضو البديل حتى مع تطابق الأنسجة[٧٠].

التطبيق العملي للاستنساخ العلاجي

ببساطة شديدة وكمثال: مريض مصاب بمرض في القلب، ويحتاج إلى خلايا عضلات قلبية (لترميم المنطقة المصابة) لا يرفضها جسمه. الذي يتم هو أخذ خلية جسدية من المريض، وعادة ما تكون من الجلد، ثم تدمج هذه الخلية مع بويضة زوجته (بعد نزع نواة البويضة منها) بعملية الازدراع النووي (nuclear transplantation). وبعد ذلك يتم تنمية الجنين المتكون في منبت غذائي حتى طور البلاستوسست (الكيسة الأريمية) والتي يتم فصل خلاياها الداخلية ونقلها إلى وسط زراعي وتنميتها للحصول على خلايا جذعية. وباستخدام عوامل نمو معينة يمكن معمليا توجيه الخلايا الجذعية للتميز إلى خلايا عضلات قلبية. بعد ذلك يتم حقن هذه الخلايا في المنطقة المصابة في القلب وبالطبع لن يرفضها الجسم لأن مصدرها هو الجسم نفسه.

والسيناريو السابق شرحه ما هو إلا تطبيق عملي لما يقصد بالاستنساخ العلاجي. إن هذه التقنية الجديدة التي يعمل العلماء على وضعها في حيز التنفيذ الآن، تفتح الباب على مصراعيه أمام إمكان علاج الأمراض المستعصية، فإنتاج جنين أو عدة أجنة عن طريق زرع

خلايا الشخص المريض في بويضة منزوعة النواة هو بمنزلة مصنع لقطع غيار بشرية. فالجنين في بداية التخليق يكون مجرد خلايا لم تتشكل بعد ومن ثم يمكن استخدام هذه الخلايا في إنتاج أنسجة بشرية مختلفة لا يمكن أن تكون مصابة بأي نوع من أنواع الخلل الجيني. لقد أثبتت التجارب إمكان تحويل خلايا الأجنة الناتجة بواسطة التقنية الجديدة إلى ٢٠٠ نوع مختلف من الأنسجة البشرية، ففي عام ١٩٩٨ نجح فريق من العلماء اليابانيين في تحويل خلايا جنين فأر إلى خلايا عضلة القلب، ثم حقنها في قلب الفأر الذي كان يعاني قصورا في الشرايين، وفي العام التالي نجح فريق من العلماء في تحويل خلايا جذعية إلى أنسجة عصبية. وقد حققت الخلايا الجذعية الجنينية في الفئران والجرذان نجاحات عظيمة، فعندما زرعت في حيوانات كانت تعاني من إصابات في الحبل الشوكي مكنت هذه الحيوانات من استعادة الحركة المفقودة(٧١).

الاستنساخ العلاجي يُعكر مياه الأخلاقيات

مع كل مميزاته إلا أن فريقا كبيرا من المختصين بالأخلاقيات ورجال القانون أجمع على أنه على الرغم من الفائدة المتوقعة من استنساخ أجنة بهدف استخدام خلاياها في العلاج فإن ذلك غير مقبول، حيث إنه إتلاف لكائن بشري في مراحله الأولى. لا يمكن تكوين أي شكل من أشكال الحياة البشرية لإتلافه. وقد اقتصر التمويل الحكومي لبحوث الخلايا الجذعية البشرية الجنينية في الولايات المتحدة الأمريكية على الخطوط الخلوية الموجودة فعلا والمشتقة من الأجنة الفائضة في عيادات الإخصاب الطبي المساعد. ولقد أصدرت أكاديمية العلوم الوطنية دلائل إرشادية لمتابعة بحوث الخلايا الجذعية الجنينية البشرية، ولأهمية الموضوع نوقش على مستوى الأمم المتحدة، ولقد رفضت الدول الأعضاء الخطوات الرامية إلى فرض حظر شامل على البحوث في كل أشكال استنساخ البشر. فقد صوتت اللجنة القانونية التابعة للجمعية العامة للأمم المتحدة بأغلبية ٨٠ صوتا ضد ٧٩، لمصلحة اقتراح يقضي بتأجيل اتخاذ أي قرار بشأن فرض الحظر لمدة عامين. ومما هو معروف أن هناك مجموعتين من الدول، مجموعة تقودها أمريكا وكوستاريكا تصر على منع كل أشكال استنساخ البشر والمجموعة الثانية تقودها فرنسا وألمانيا تطالب بحظر الاستنساخ التوالدي وتطلب السماح بالاستنساخ العلاجي(٧١)(٧٢).

الاستنساخ العلاجي والاستنساخ البحثي

يرى البعض أنه ما دامت كلمة «العلاجي» تنطوي على احتمال الاستفادة من تطبيقات الاستنساخ، وهو احتمال لا يبدو ما يبرره على الإطلاق في الوقت الحاضر، فيحسن تغيير هذا التعبير ذي الدلالة الإيجابية واستخدام صيغة أكثر حيادية، مثل الاستنساخ البحثي(٧٣).

الحبل السري والمشيمة كمصدر للخلايا الجذعية

للخروج من المأزق الأخلاقي المرتبط بالحصول على خلايا جذعية جنينية مصدرها أجنة باكرة، مما يعتبر عبثا وقتلا للجنين، نجح بعض العلماء في الحصول على الخلايا الجذعية من الدم الموجود في الحبل السري. وقد ثبت نجاح زراعة هذه الخلايا المستخرجة من دم الحبل السري. ويمكن توفير كميات من دم الحبل السري بالاستفادة من المشيمة (الخلاص) placenta وهي بمئات الآلاف. وللأسف يتم التخلص منها كنفايات طبية. ولقد أسست في ألمانيا أول شركة لحفظ دماء الحبل السري بهدف استخدامه في علاج الإنسان عند البلوغ ضد الأمراض المستعصية. ويتم سحب الدم من أوردة الحبل السري قبل قطعه واكتمال الولادة بثوان معدودة، ثم يتم تجميده. وكما هو معروف فإن دم الحبل السري يحتوي على خلايا جذعية تشبه تلك التي توجد في نخاع العظام. ولقد ثبت أن هذه الخلايا تتمتع بقابلية في مقاومة ظروف التجميد سنين طويلة، ويمكن عن طريقها معالجة الإنسان المصاب بالسرطان[٧٤][٧٥]. وتعتبر هذه الخلايا هي البديل الثالث والوسط بين الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية البالغة، ويعتبرها البعض طورا باكرا من الخلايا الجذعية البالغة، وتتميز بقدرتها على التمايز والتكاثر بطريقة عادية إلى خلايا جذعية عصبية، وخلايا عصبية، وخلايا عضلية هيكلية، وخلايا دهنية وخلايا عظمية وكبد وبنكرياس، هذا ما ذكره جون سندن John Sinden (الذي يعمل في شركة ري نيورون Re Neuron بالمملكة المتحدة) في مقال له في دورية الهندسة الوراثية (جينيتك انجنيرنج Genetic Engineering)[٧٤].

تشويه سمعة العلم: سقوط عالم

استنساخ أجنة بشرية عمرها أسبوع

يحدث أحيانا أن يتملك الشك المهتمين بالبحث العلمي عند متابعتهم للنتائج الباهرة، خاصة تلك المرتبطة بقضايا تهم الإنسان، مثل الاستنساخ والخلايا الجذعية. ومما يعمق هذه الشكوك ارتباط النتائج بانتهاك أخلاقيات العلم وفي مقدمتها الصدق والأمانة. ومن شدة وهول القضية كانت العناوين الرئيسية في أشهر الصحف والمجلات العالمية: قصة سقوط عالم؛ ملك الاستنساخ في كوريا الجنوبية من القمة إلى القاع؛ فضيحة الاستنساخ تجذب أنظار العالم إلى كوريا الجنوبية. لم تكن هذه قصة بطولية تكشفت على صفحات دورية مغمورة أو قصة شملت علماء جاءوا من حيث لا يدري أحد، وادعوا ادعاءات متهورة، ثم مضوا إلى حيث لا يعلم أحد. لقد كانت ترتبط بعالم كبير من دولة مشهود لها بالتقدم العلمي في مجال التكنولوجيا الحيوية.

بطل قصتنا هذه هو عالم الكيمياء الحيوية، الكوري الجنوبي، وو - سوك هوانج Woo-Suk Hwang والذي ولد في ٢٩ يناير ١٩٥٣، ويعمل أستاذا للتكنولوجيا الحيوية في

جامعة سيول الوطنية والذي بهر العالم باكتشافه المزعوم الذي جعل منه نجم النجوم في بحوث الخلايا الجذعية على مستوى العالم. وقد بدأت القصة عندما أعلن هوانج استنساخ ٣٠ جنينا بشريا، ونجاحه في تكوين خلايا جذعية جنينية بشرية من أحد هذه الأجنة عن طريق النقل النووي، ونشر البحث في ١٢ مارس لعام ٢٠٠٤ في دورية ساينس Science[٧٦]، وهي دورية رائدة لا تقبل الأوراق العلمية إلا بعد أن يقتنع المحكمون بأنها ذات أهمية وأنها تخلو من العيوب. وعلى الرغم من أن هوانج قدم نفسه للمجتمع العلمي كخبير في استنساخ الحيوانات، واشتهر بذلك في كوريا الجنوبية في أواخر التسعينيات، إلا أن إعلان استنساخ خلايا جذعية جنينية بشرية ونجاحه المفاجئ في هذا الصدد أثار دهشة في الأوساط العلمية. لأن هذه هي أول حالة نجاح في استنساخ خلايا جسدية بشرية. وحتى ذلك الوقت، كان من المتفق عليه علميا أن تكوين خلايا جذعية بشرية بالاستنساخ شيء مستحيل، وذلك لصعوبة استنساخ الرئيسيات Primates، وبالتالي الإنسان. واحتل هذا العمل العناوين الرئيسية في المجلات العلمية، باعتبارها خطوة مهمة في علاج الأمراض باستخدام الخلايا الجذعية. وقد تسبب هذا الإعلان في أن يطلق على علماء آسيا «النمور العلمية». وقد فسر هوانج نجاحه في أن فريقه استخدم ٢٤٢ بويضة بشرية من ١٦ سيدة متبرعة، وأنه نجح فقط في تكوين سلالة خلوية واحدة (Single cell line) من الخلايا الجذعية الجنينية.

وبعد ذلك بعام واحد فقط، وفي مايو ٢٠٠٥ أعلن هوانج وفريقه المساعد إنجازا أعظم، وهو نجاحهم في إنتاج إحدى عشرة سلالة (cell line) من الخلايا الجذعية الجنينية البشرية مستنسخة من مرضى لديهم تلف في النخاع الشوكي ومن مصابين بداء السكري ومن مصابين باختلال الدم، وقد نشر البحث في دورية ساينس Science في ١٧ يونيو ٢٠٠٥[٧٧]، واعتبرته كل الدوريات والأوساط العلمية فتحا علميا عبقريا يمكن أن يقود إلى علاج الكثير من الأمراض المستعصية، لأن مصدر الخلايا المتكونة كان خلايا جسدية لمرضى ذوي أعمار مختلفة، بينما السلالة الوحيدة من الخلايا الجذعية التي نجح في الحصول عليها في بحث عام ٢٠٠٤ كان مصدر الخلية الجسدية ومصدر البويضة فيها شخصا واحدا، هو السيدة التي تبرعت بالخلية الجسدية والبويضة. وهذا يعني أن كل مريض يمكن أن يستقبل علاجا خاصا به دون رفض من الجهاز المناعي. وأصبح هوانج بذلك أول عالم يعلن استنساخ جنين بشري يمكن من خلاله إنتاج خلايا قادرة على النمو والتميز، لتصبح بديلا لأجزاء الجسم المختلفة، ويمكن استخدامها في عمليات زرع الأعضاء، كما أكد العلماء أن هذا الاكتشاف سوف يفتح الطريق لتجديد الخلايا والانسجة وعلاج أمراض مزمنة مثل السكر والزهايمر والشلل الرعاش.

وفي ٣ أغسطس ٢٠٠٥ أعلن هوانج عن نجاح فريقه في استنساخ أول كلب على مستوى العالم وأطلق عليه سنوبي (Snuppy)[٧٨].

رائد الاستنساخ في العلاج في قفص الاتهام

وعلى الرغم من أن هوانج أعلن أنه لا يهدف من استنساخ أجنة بشرية إلى إنتاج طفل، ولكنه يأمل في الحصول على خلايا جذعية تستخدم في تكوين أنسجة وأعضاء لعلاج المريض دون رفض من جهازه المناعي، وهو ما يعرف بالاستنساخ العلاجي - على الرغم من ذلك فقد أثارت أبحاثه جدلا أخلاقيا وسياسيا ودينيا حول مدى مشروعيتها. إلا أن كل ذلك تنحى جانبا بعد اتهام رائد الاستنساخ العلاجي في فضيحة علمية فجرها أحد مساعديه واهتزت لها الأوساط العلمية العالمية وأصابت الشعب الكوري الجنوبي بالإحباط والصدمة في بطلهم القومي الذي توج ما سبق أن أعلنه ونشره من أبحاث في استنساخ أجنة بشرية في مارس ٢٠٠٤، ويونيو ٢٠٠٥، بإعلانه في أغسطس ٢٠٠٥ عن استنساخ كلب ولأول مرة. ارتفع هوانج حتى هذا التاريخ إلى مكانة الأبطال القوميين وأصبح يتمتع بوضع خاص في الدولة ومعاملة متميزة من قبل مسؤوليها وفي مقدمتهم رئيس الدولة.

وقد اتهم هوانج بالتزوير وتضليل الدوائر العلمية من خلال ما كشف عنه أحد مساعديه في برنامج تلفزيوني في ديسمبر ٢٠٠٥ من أن نتائج بحوث هوانج التي نشرتها دورية ساينس Sci-ence البريطانية في عام ٢٠٠٥ وأن ما أعلنه العالم الكوري عن استنساخ ١١ سلالة Cell) (Line لأصول خلوية ينتمي كل منها إلى شخص مختلف لا أساس له من الصحة، لأن تسعا من هذه السلالات لم تكن موجودة أصلا. وتأتي خطورة هذا التصريح في أن المساعد هو الطبيب صن ايل روه Sun Il Roh مدير مستشفى ميزميدي MizMedi في سيول والذي يحتفظ فيه بالخلايا المستنسخة، كما أنه الشريك الرئيسي في البحث المنشور. ويؤكد صن روه أن هوانج قد اعترف له بأن بعض الخلايا المستنسخة التي ورد ذكرها في البحث الذي نشر قد ماتت نتيجة التلوث، ولذلك وافق على سحب المقالة العلمية من دورية ساينس (بعد نشرها). ولكن هوانج نفى التهم الموجهة إليه بتلفيق نتائج البحث، وأكد أنه أنتج بالفعل ١١ سلالة خلوية جنينية ينتمي كل منها لشخص مختلف وأن لديه التقنية الخاصة لإنتاجها، وأن لديه خمس سلالات خلوية في حالة جيدة، ولكنها مجمدة. ووجه هوانج اتهاما للطبيب صن روه بأنه استبدل الخلايا المستنسخة بخلايا أخرى غير مستنسخة، وأنها مؤامرة كبرى حيكت ضده.

وتجمعت الاتهامات التي طاردت هوانج بعد أن أكد برنامج وثائقي في التلفزيون الكوري أن أبحاثه تشوبها ثغرات أخلاقية، حيث اعترفت باحثتان مشتركتان في فريق العمل مع هوانج بأنهما تبرعتا ببويضاتهما للأبحاث، وأن باقي البويضات حصل عليها هوانج من سيدات أخريات مقابل مبالغ مالية. وهذه الطريقة في الحصول على البويضات التي أجريت عليها الأبحاث تخالف التقاليد العلمية، حيث من المفروض الحصول عليها من متبرعات دون مقابل مادي، كما أن الحصول على عينات للبحث من المشاركين في فريق العمل طريقة غير مقبولة، لأنه قد يكون

قد قام بذلك تحت ضغوط معينة للحفاظ على وظيفته مثلا وليس طواعية. وأكد دكتور جيرالد شاتن Gerald Schatten - وهو بيولوجي في جامعة بتسبرج وأحد أعضاء فريق العمل في معمل هوانج - أن عرض المعلومات الخاصة بهذا الاكتشاف لم يكن أمينا، وأن هوانج قد دفع ١٥٠٠ دولار أمريكي لكل سيدة تبرعت ببويضاتها من مجموع ١٦ سيدة لهذا الاكتشاف العلمي، ودافع هوانج عن نفسه بأنه لا يدري شيئا عن مسألة التبرع. وكثرت الاتهامات، إلا أن آخرها كان ادعاء مجموعة من النساء أنه أخذ البويضات منهن دون إخبارهن أنها من أجل المساعدة في البحث، مما يعتبرنه اغتصابا لأعضائهن. وقد اعتذر هوانج علنا عن بعض هذه الأخطاء واستقال من منصبه كرئيس معمل أبحاث الاستنساخ العلاجي في جامعة سيول الوطنية. وشُكلت لجان تحقيق تحفظت على عينات البحث وأجهزة الكمبيوتر الخاصة بالأبحاث وأوقفته هو وكل فريق البحث عن ممارسة أي نشاط علمي إلى حين الانتهاء من التحقيق. وفي ١٦ مارس ٢٠٠٦ فقد هوانج التصريح الخاص بمزاولة أبحاث الخلايا الجذعية، وفي ٢٠ مارس ٢٠٠٦ فُصل من الجامعة. وليست هناك الآن مجموعات بحثية مصرح لها بالقيام ببحوث استنساخ علاجي في كوريا الجنوبية، على الرغم من أن العديد مصرح لهم بإجراء بحوث الخلايا الجذعية الجنينية البشرية التي تعتمد على الأجنة الفائضة في عيادات الإخصاب الطبي المساعد (أطفال الأنابيب). وتم سحب بحثي هوانج من دورية ساينس Science وهذا يعني أن هوانج ما عاد يحقق المتطلبات القانونية للتصريح بالعمل والذي يعتمد على أن له على الأقل بحثا منشورا واحدا في علوم الخلايا الجذعية الجنينية في الأعوام الثلاثة الماضية.

إن ما قضى على باحث الخلايا الجذعية الجنينية، وو- سوك هوانج، الأستاذ في جامعة سيول الوطنية في كوريا الجنوبية - هو تجمع من القضايا الأخلاقية والأخطاء (الطارئة أو المتعمدة) واحتمال الخداع. ومما هو جدير بالذكر أن هذه الفضيحة (التي لم تتكتم عليها الحكومة الكورية أو إعلامها أو قضاؤها) ستؤثر بشدة على مصداقية كوريا الجنوبية العلمية، بل وقد تدمر مجال الصناعات البيولوجية في كوريا الجنوبية، خاصة أن تفجر الفضيحة أدى بالفعل إلى انخفاض قيمة أسهم شركات الأدوية والصناعات البيولوجية الكورية الجنوبية في البورصة العالمية[٧٩][٨٠].

عالم بلا ذكور: مملكة الإناث

عالم من الإناث يتكاثر دون الحاجة إلى الذكور

إنها جماعات حيوانية من الزواحف رفضت الذكورة، واستطاعت أن تستغني تماما عن الذكر. إناث تتناسل جيلا بعد جيل في غياب الذكر. إنها جماعات من العظايا (السحالي) من جنس لاسرتا lacerta تعيش في أرمينيا وجنس نيميدوفورس nemidophorus الذي يعيش في الولايات المتحدة

الأمريكية وشمال المكسيك، تتكون من الإناث وليس بينها ذكور على الإطلاق وتتوالد عذريا parthenogenetically أي في الغياب الكامل للحيوانات المنوية، ويمكنها أن تضع بيضا قادرا على تكوين فرد جديد على الرغم من أنه لم يخصب. تنتج الجماعة التي كلها من الإناث عددا أكثر من الإناث، ومن ثم تستطيع هذه الأنواع وحيدة الجنس أن تتكاثر لتعطي أعدادا أكبر مما تعطيه الأنواع ثنائية الجنس، والتي يكون نصفها غير قادر على وضع البيض. هذا فضلا عن أنها تكون في وضع أفضل إذا ما استدعى الأمر استعمار مواقع جديدة، بل حتى بيئات جديدة. ويضيف شارلز كول charles Cole، كاتب المقال، أنه في حالة الانتشار العشوائي مثلا، مجرد بقاء عظاءة واحدة حية وقادرة على التوالد العذري يكون كافيا لتوطين جماعة جديدة في منطقة لم تكن مأهولة من قبل. ولكن مهما يكن من أمر فمن النادر أن تكون الظروف البيئية ثابتة. وعندما تتغير هذه الظروف بسرعة فإن الأنواع ثنائية الجنس هي القادرة على التأقلم في الظروف الجديدة وإنتاج نسل مغاير، له القدرة على التأقلم[٨١].

استثناء الرجال من عملية التناسل وإنتاج أطفال من دون علاقة جنسية

القيمة الجوهرية للتكاثر هي انتقال المعلومات الوراثية اللازمة لتكوين ونمو الأفراد الجديد من الآباء إلى الأبناء من أجل استمرار أنواعها على هذه الأرض إلى أن يشاء الله. والطريق الطبيعي المعتاد للإنجاب والتناسل في الإنسان هو التكاثر الجنسي. والتكاثر الجنسي هو سنة الخلق وسنة الله في خلقه. كل فرد منا بدأ تكوينه عن طريق بويضة مخصبة نتجت من إخصاب بويضة الأم بالحيوان المنوي للأب. لذلك تعتبر العلاقة الجنسية (الاتصال الجنسي) بين الذكر والأنثى (الزوج والزوجة) متطلبا أساسيا للإنجاب في البشر. ومع ذلك نقلت لنا وسائل الإعلام المقروء بعض الحوادث التي تختلف مع هذه المقدمة:

١- في ٧ ديسمبر ١٩٨٧، نشرت الواشنطن بوست عن كاهنة بروتستانتية تسمى ليسلي نورثرب Lesely Northrup شدت أنظار العالم، حيث أصبحت أمّاً دون زواج أو اتصال جنسي. وتم لها ذلك بالإخصاب الصناعي وقالت «لم أقم بشيء غير قانوني أو غير أخلاقي في الحصول على هذا الطفل.. لم أقم بفعل جنسي.. لم أمارس الجنس خارج الزواج».

٢- في ١٩ يوليو ١٩٩٤، نشرت جريدة الصنداي تايمز اللندنية عن سيدة أنجبت طفلا من ميلاد عذري، حيث إنها لم تمارس الجنس مع أي رجل.

٣- في ١٩ يناير ١٩٩٥، نشرت الديلي ميل أن آنستين سحاقيتين أنجبتا طفلة. قالت الأم واسمها ناتالي ويلسون إنها حملت بعد عملية إخصاب صناعي بحيوانات منوية من صديق. وسيبقى اسم الوالد في شهادة الميلاد من دون بيانات. وأضافت أنها وقرينتها ليست لديهما القدرة على التعامل جنسيا مع أي رجل لكي تحملا وتنجبا.

وكما تقول ليندا ميلي Linda Maeley هذه بعض الحالات التي نشرت، وهناك مئات بل آلاف القصص لم تنشر ومعظمها استخدم الإخصاب الصناعي وهو أسهل التقنيات في تكنولوجيا الإنجاب، حيث إن المرأة يمكن أن تقوم به بنفسها(٨٢).

وبعد انتشار الإخصاب الصناعي اللاشرعي (بين الفتيات غير المتزوجات) في أوروبا وأمريكا نشرت الواشنطن بوست في ١٢ مارس ١٩٩١ أن العديد من أعضاء الحزب الجمهوري الحاكم (وهو محافظ) قدموا مشروع قانون يجرم الإخصاب الصناعي للعذارى». وأضافت الصحيفة: «إنه من الصعوبة أن تتخيل فعلا عديم المسؤولية ولا أخلاقيا يفوق مساعدة فتاة أو سيدة غير متزوجة لتنجب طفلا بهذه الطريقة».

ومن بين التعليقات المهمة في هذا الخصوص، أن الذي حفز أعضاء الحزب لإثارة ذلك، ليس هو إنجاب أطفال لأمهات غير متزوجات.. هذه أخبار قديمة، وليس أن سحاقيتين أنجبتا طفلا، بل السبب هو الشعور بأن هناك شيئا غير طبيعي قد حدث في عملية التناسل والإنجاب استُثني منه الرجال. إن بناء حياة عائلية وأسرة بعيدا عن الذكر يعتبر تهديدا. ولكن ومع ذلك لا يمكن الاستغناء عن الحيوانات المنوية للرجل. إلا أنه مع الاستنساخ سيتم الاستغناء عن الرجل وحيواناته المنوية كلية.

وكما يقول ليون كاس، أستاذ الكيمياء الحيوية الذي أصبح فيلسوفا «إن موضع الخلاف هو ما إذا كان الإنجاب سيبقى أمرا إنسانيا، ما إذا كنا سننتج الطفل لا أن نرزق به».

كاجويا: فأرة يابانية لها أُمّان ومن دون أب

نقلت وكالة رويترز في ٢٢ أبريل ٢٠٠٤ أن علماء يابانيين وكوريين نجحوا في إنتاج فأرة بلا أب و«أطلق عليها كاجويا، وهي أول حيوان ثديي يتم إنتاجه بالتوالد العذري وكما نعلم أن بعض الحشرات (مثل النحل والنمل والمن) وبعض الأسماك والنادر من الزواحف تتناسل من غير اتصال جنسي في عملية يطلق عليها التوالد العذري، ويتم ذلك بطريقة طبيعية. إلا أن إنتاج حيوان ثديي من أمين (أبوين من جنس واحد) كان يعتقد في السابق أنه مستحيل. لكن ولادة كاجويا من اثنتين من إناث الفئران - كما أعلن عنها توموهيرو كونو Tomohiro Kono من كلية الزراعة في طوكيو في مجلة نيتشر Nature (أبريل ٢٠٠٤) تثبت أن حيوانا بالغا من الثدييات يمكن ولادته من غير تدخل الذكر وبالتوالد العذري وأضاف كونو أن هناك عدة عقبات كانت تحول دون تحفيز التوالد العذري في الثدييات، إلا أنه ورفاقه استطاعوا التغلب عليها. وقد أثار هذا العمل موجة اهتمام واسعة بالامكانات الضخمة التي يملكها العلماء(٨٣).

وقد تم إنتاج الفأرة عن طريق دمج بويضتين من دون الحاجة إلى حيوان منوي حيث قامت إحدى البويضتين مقام الحيوان المنوي، وبذلك تم الاستغناء عن الذكر الذي يلعب دور الأب. وقد عاشت فأرة واحدة ونمت لطور البلوغ مع قدرتها على التناسل والإنجاب.

وتوضح هذه الدراسة أنه بالإضافة إلى الاستنساخ، هناك شكل آخر للتكاثر اللاجنسي أمكن ابتكاره في الفئران. لكن هذا قد تحقق بنسبة منخفضة مقارنة بتقنية الاستنساخ التي أنتجت دوللي، وهذا غير مقبول وغير آمن لكي يتم تطبيقه في الإنسان. وكانت نسبة النجاح ٠,٦٪، فضلا عن أن هذه التقنية معقدة جدا، ويصعب تطبيقها على الإنسان. وتقع أهمية البحث في تطوير فهمنا للدمغ الجيني gene imprinting وأسباب تشوهات الأجنة.

بيزنس استنساخ البشر

عالم أمريكي يقرر استنساخ نفسه. هذا كان محور عناوين بعض الصحف والمجلات بعد أن أعلن فيزيائي أمريكي يدعى ريتشارد سيد Richard Seed أنه في طريقه لإقامة عيادة طبية في شيكاغو للاستنساخ البشري. لكن من هو ريتشارد سيد الذي نجح في جذب كاميرات وبرامج التلفزيون الامريكية.

درس سيد الفيزياء، ثم انتقل للاهتمام بالفيزياء الطبية، وكان والده جراحا مشهورا، وفي عام ١٩٧٠ أنشأ شركة لنقل الأجنة في الماشية. ثم بمشاركة أخيه (وهو جراح) أنشأ عيادة لعلاج العقم في السيدات، وكان ذلك في الوقت الذي نجحت فيه تقنية الإخصاب خارج الجسم، لذلك لم تجد عيادته رواجا.

وفي لقائي معه في واشنطن العاصمة في صيف ١٩٩٨، استفسرت منه عما أثير حوله من نقد، وهل سيخاطر بالتجريب على البشر في تقنية ما زالت في بواكيرها ولم يثبت تكرارها على حيوانات أخرى، وهل لديه الإمكانات والخبرة التي تمكنه من ذلك. أجاب بهدوء شديد ووقار يتماشى مع شعر رأسه ولحيته الأبيضين. الخبرة موجودة عندي منذ السبعينيات ثم إن الإمكانات تعتمد على ما هو موجود فعلا في عيادات الإخصاب خارج الجسم والمنتشرة في أماكن كثيرة من العالم. وفيما يختص بالتجريب على البشر، فسأكون أنا وزوجتي مجال التجريب وهي توافق تماما على ذلك. ثم اعتدل في جلسته وقال لي: «أنا ما زلت شابا عجوزا، حيث لم أبلغ السبعين بعد». وأضاف قائلا: «إن كل المعارضات الموجهة إلي سوف تتبخر بمجرد أن يرى الناس دستة من الأطفال المستنسخين سعداء مبتسمين مع آبائهم».

السياحة الإنجابية

وننتقل من ريتشارد سيد الأمريكي إلى سيفيرينو أنتينوري Severino Antinori الإيطالي الذي أعلن في ديسمبر ٢٠٠١ بدء استنساخ الإنسان، وأن أول مستنسخ قد يولد خلال عامين وأنه سوف يستخدم تقنية قريبة من تقنية استنساخ دوللي، ويضمن أن تجربته لن تسفر عن مسخ. وكان واضحا أن أنتينوري يعتمد على مؤسسة كبيرة تستفيد مما يسمى بالسياحة الإنجابية، ولأن حجم السوق في هذا المجال هائل حقا (٢٠٠ ألف دولار للحالة). والذي شجع

أنتينوري للإقدام على ذلك هو نجاحه الباهر في عمليات إخصاب النساء اللاتي تجاوزن الإنجاب. وذاع صيته حين ساعد إيطالية تجاوزت الستين على الإنجاب(٨٤).

طائفة الرائليين والطفلة إيفا

وبدأ السباق نحو استغلال الاستنساخ كمصدر لشهرة جاذبة يبحث عنها الإعلام أينما وجدت. وهنا اقتحمت هذا المجال طائفة الرائليين، ووجدتها فرصة لكي يعرفها العالم، ولكسب شعبية لمعتقداتهم. أعلنت الطائفة في ديسمبر ٢٠٠٢ ولادة أول كائن بشري مستنسخ: الطفلة إيفا Eve (حواء). وبالطريقة نفسها التي تم بها إنتاج النعاج والفئران. وقد تم ذلك في مؤتمر صحافي عقدته الفرنسية بريجيت بواسيلييه Brigitte Boisselier المدير الفني لشركة كلونيد Clonaid وعضو طائفة الرائليين الأمريكيين. وحتى يغلف إعلان الخبر بصبغة علمية تم تحديد موعد الميلاد في تمام الساعة ١١,٥٥ يوم الخميس ٢٦ ديسمبر ٢٠٠٢، وأن الولادة تمت بعملية قيصرية والطفلة تزن ٣,١ كجم، وأن الطفلة جاءت نسخة من الأم التي تبلغ من العمر ٣١ عاما.

ولم يكن ثمة تأييد لصحة ادعائهم من قبل أي مختبر عالمي مستقل. بل وشككت معظم المختبرات العالمية المعروفة بصحة هذه الادعاءات. ويقول مؤسس الطائفة: إن الاستنساخ سيسمح للبشرية بالوصول يوما إلى الخلود، وعلى الرغم من الصيحات التي أطلقتها دول عديدة لمنع تجارب الاستنساخ البشري، فإنني أعتقد أن هذه المحاولات لنسخ الإنسان لن تتوقف، لا سيما بعد تسرب بعض الأخبار عن دفع بعض العائلات مبالغ ضخمة تصل إلى مئات آلاف الدولارات للشركات المختصة لاستنساخ أنفسهم أو أطفالهم بشكل سري(٦٧)(٨٤).

لكن من هي بريجيت بواسيلييه. إنها باحثة متخصصة في الكيمياء الحيوية وكانت مديرة لأول شركة أنشئت لاستنساخ البشر في ١١ مارس ١٩٩٧ لتقديم خدمات، وأطلق على الشركة كلونيد Clonaid. ويلاحظ هنا أن إعلان إنشاء هذه الشركة تم بعد إعلان مولد النعجة دوللي مباشرة ومع ذلك لم يسمع أحد عن هذه الشركة أو عن طائفة الرائليين. وعلى الرغم من أن بريجيت بواسيلييه اشتركت بورقة بحثية في المؤتمر الدولي للاستنساخ ١٩٩٨ بعنوان: كلونيد واستنساخ البشر Clonaid an Human Cloning. إلا أن ذلك لم يكن كافيا لأن يذيع صيت هذه الشركة أو الطائفة. إلا أن الطائفة تجرأت وأعلنت استنساخ أول كائن بشري، وهنا هرع إليها الإعلام. ومع ذلك وحتى الآن ونحن في النصف الثاني من عام ٢٠٠٦ لم يسمع أحد عن هذا الإنسان الذي استنسخته هذه الطائفة.

بأي قدر من الجدية يتعين علينا أن نأخذ الجلبة حول الاستنساخ

ومما يثير العجب أن أنتينوري عندما وجد أن الأضواء قد بدأت تنحسر عنه وسلطت على الرائليين هاجمهم بشدة وقال «هذه الادعاءات تضفي على العلم سمعة سيئة، ليس هنالك

شيء ذو مصداقية في شأنها. الرائليون ليسوا علماء أصلا وأنا قد نشرت ٢٠٠ دراسة طبية.. ما الذي لديهم؟». ونضيف نحن، ونقول للطبيب الإيطالي أنتينوري: وما الذي لديك أنت حتى تتهافت على أضواء الشهرة لتعلن استنساخات بشرية... ومن دون سند علمي، وهكذا تشارك في عشوائية الآخرين أمثال ريتشارد سيد والرائليين. فبأي قدر من الجدية يتعين علينا أن نأخذ الجلبة حول الاستنساخ.

الفوائد المتوقعة من الاستنساخ الحيواني

يبدو أن الاستنساخ بتقنية النقل النووي أصبح ممكنا في معظم الثدييات. ويمكن إيجاز الفوائد المنتظرة من استنساخ الحيوانات فيما يلي:

١- مجال البحوث لاستنساخ سلالات حيوانية نقية من حيوانات المختبر: ويهدف إلى إنتاج حيوانات معملية لإجراء التجارب وهذا يستلزم أن تكون متطابقة وراثيا (جينيا)، وهذا مهم عندما يقوم العلماء بتجريب تأثير دواء معين حيث يضمنون أن النتائج التي حصلوا عليها سببها الدواء وليس الاختلافات الوراثية بين الحيوانات.

٢- مجال استنساخ حيوانات معدلة وراثيا (المزاوجة بين الهندسة الوراثية والاستنساخ): لا شك في أن تطبيق الاستنساخ في مجال الحيوان له فوائد عديدة، وعلى وجه الخصوص حيوانات المزرعة. وستزيد هذه الفوائد عند المزاوجة بين هذه التقنية وتقنية التجويد الوراثي المرتبطة بالهندسة الوراثية. إن هذه المزاوجة سوف يكون لها مردود وفوائد ليس فقط في مجال تحسين السلالات الحيوانية وإنتاجيتها، بل في مجالات علاجية لمصلحة الإنسان. أما فوائد استنساخ أعداد كبيرة من كائنات معدلة وراثيا فهي لا حصر لها[٨٥][٨٦]:

أ- استنساخ الثدييات له أهمية قصوى للمعنيين بالدوائيات البروتينية، لأن هناك أدوية بروتينية مثل المثبط الأنزيمي بروتييز protease وعوامل التجلط، يصعب تصنيعها. وبسبب مشكلات رفض مناعية فإن البروتينات البشرية عادة ما تكون أكثر توافقا وتقبلا من المرضى بالمقارنة بالبروتينات الحيوانية وتصبح المشكلة عندئذ هي كيف تحصل على كميات كبيرة من البروتين البشري.

ب - إحدى الطرق التي أثبتت جدواها هي إيلاج الجينات البشرية التي يتم تشفيرها في دنا DNA البويضة للنعاج أو المعز أو الأبقار، وتسمى هذه الحيوانات في هذه الحالة معدلة وراثيا. سيمكّن الاستنساخ شركات الأدوية من صنع نسخ عديدة من هذه الحيوانات المعدلة وراثيا. المميز منها سيعطي محصولا وفيرا من البروتين البشري في لبنه. والأهمية الطبية لهذه التقنية عظيمة، لأن مثل هذه البروتينات يمكن أن تكون أرخص ثمنا للمرضى الذين يحتاجون إليها لبقائهم على قيد الحياة. وهذا يعزز الأهمية والمردود الاقتصادي للاستنساخ الحيواني.

ج - وعلى سبيل المثال، تم إنتاج أول بقرة معدلة وراثيا تنتج البروتين البشري ألفالاكت ألبيومين (lactalbumin) في لبنها عام ١٩٩٧، وإنتاج نعجة معدلة وراثيا تنتج البروتين البشري فيبرينوجين (fibrinogen) في لبنها أيضا. وتم إنتاج معز مستنسخة ومعدلة وراثيا تحتوي ألبانها على مادة بشرية مضادة للتجلط أنتي ثرومبين (Anti-thrombinIII) في عام ١٩٩٩. وتم ذلك بالتحوير الجيني للخلايا الجنينية بحيث تحوي الجين المسؤول عن إنتاج البروتين المطلوب ثم تنقل أنوية هذه الخلايا المحورة جينيا إلى خلايا بيضية منزوعة النواة لإنتاج أجنة تحتوي على الدنا المحور.

د - الزراعة الصيدلانية Pharming: وبناء على ذلك فإن الاستنساخ الحيواني يمكن أن يفيد أيضا في بعض الصناعات الغذائية والصيدلانية إذا ما أمكن إنتاج مواد ثابتة عالية النوعية وقابلة للتسويق مثل الحليب أو اللحم أو تكوين بروتينات علاجية من حليب المعز أو البقر أو من البيومين بيض الدجاج، مما يسمى الزراعة الصيدلانية Pharming.

٣- مجال الحفاظ على الحيوانات المهددة بالانقراض: وقد سبق أن تعرضنا لهذه التقنية التي تؤخذ فيها عينات أنسجة من الأنواع المهددة بالانقراض وزراعتها، ثم حفظها في درجات حرارة مناسبة. وهناك بعض الاقتراحات في هذا المجال، إلا أنها ليست سهلة التطبيق عمليا. وعلى سبيل المثال: يمكن نظريا استنساخ الماموث من عينات مجمدة في سيبيريا. والماموث مات منذ نحو عشرة آلاف عام، وله علاقة بالأفيال الحديثة الآسيوية والأفريقية. وفي حال وجود خلايا حية، فإنه من الممكن إعادة تكوين أجنة باستخدام بويضات من فيل، ثم زرع الجنين المتكون في رحم هذا الفيل. إلا أن التعامل مع الأفيال في هذا المجال لم يتم بعد. وفيما يختص بالديناصورات، فكما تفيد المراجع أنها اختفت منذ ٦٥ مليون عام تقريبا، ولا توجد أي آثار لأنسجة ديناصور متاحة، والمتاح قد يكون المادة الوراثية (الدنا)، وحتى إذا أمكن الحصول عليها فهي غير صالحة، لأنها مجزأة (مفتتة).

٤- مجال الطب البشري:

أ - إنتاج أنسجة تطابق ما يحتاج إليه المرضى لعلاجهم (الاستنساخ العلاجي/التجريبي): وسبق التعرض لذلك بالتفصيل. وفيه تستخدم خلايا المريض لإنتاج جنين مستنسخ حتى طور البلاستوسست، ثم فصل كتلة الخلايا الداخلية وزرعها في منبت غذائي، وباستخدام عوامل معينة يمكن توجيه تمييز هذه الخلايا إلى النسيج المطلوب والذي يساهم في علاج العضو المصاب في المريض. وهناك احتمالات كثيرة في هذا المجال الواعد والذي يعرف بـ «هندسة الأنسجة Tissue Engineering» [(٨٥) و(٨٨)].

ب - قد يقودنا تطوير التجارب لفهم أسباب فقدان الأجنة في أثناء الحمل، مما يساعد على الوصول إلى حل لمشكلات الإجهاض التلقائي. وتقودنا أيضا إلى فهم بعض العوامل التي

تؤثر في انغراس الجنين في بطانة الرحم، وقد يؤدي ذلك إلى اكتشاف وسائل تنظيم حمل ناجحة وآمنة.

جـ - ستساعد المعلومات الخاصة بالعوامل التي تتحكم في الانقسام الخلوي السريع في المراحل المبكرة من التكوين الجيني في تحسين معارفنا عن أسباب السرطان والعمليات التي تصاحب التكوين الجنيني، ومعلومات أكثر عن شيخوخة الخلايا.

د - سوف تسهل هذه التجارب إجراء المزيد من الأبحاث لدراسة الأمراض الوراثية، مما يسهل التوصل إلى طرق علاجها والوقاية منها بوسائل سهلة وغير مكلفة.

هـ - الاستنساخ هو الوسيلة الوحيدة والأمل الوحيد للأزواج الذين يعانون عقما كاملا.

هذه هي بعض الفوائد ذات الارتباط المباشر بالإنسان والتي يتوقعها مؤيدو الاستنساخ، ويرون أنه بالعناية المستمرة بالأبحاث وتطويرها ستفوق الفوائد التكنولوجية للاستنساخ، وبمراحل، السلبيات الاجتماعية المحتملة. إنهم يعتقدون أن ما تم من نجاحات في حيوانات المزرعة وفي الفئران والخنازير لن يكون أعظم الإنجازات. ومن وجهة نظرهم، أن تطبيقات الاستنساخ ليست كوابيس لا إنسانية، إنما ستكون هي السبب في تحسين وتجويد ليس فقط نوعية العلم بل ونوعية الحياة. ويؤكد بعضهم بجدية أن الهدف ليس استنساخ الإنسان، ولو راجعنا الفوائد المتوقعة فسنجد أنها جميعها لن تستخدم الاستنساخ التوالدي إلا في حيوانات المزرعة. وفي كل الممارسات المتوقعة مع الجنين الباكر للإنسان، لن يسمح ولن يتم زرع الجنين في الرحم بأي حال من الأحوال.

ومن جهة أخرى نجد مجموعة أخرى تصمم وتقول بجدية أكثر وبوضوح إن هدفهم هو تطوير تقنية النقل النووي بهدف الإنجاب والتوالد (الاستنساخ التوالدي) بجانب كل الفوائد الأخرى الممكنة، لأن تطبيقات الاستنساخ فوائدها لا حدود لها للحيوان والإنسان.

سلبيات صاحبت تجارب الاستنساخ في الثدييات

• عشوائية تجارب الاستنساخ

أجمع العديد من العلماء الذين قاموا بتجارب الاستنساخ أنهم يعتقدون أن أبحاث الاستنساخ حتى الآن تتم بشكل عشوائي. وعلى الرغم من استنساخ أنواع عديدة من الحيوانات فإن نسبة النجاح ضئيلة جدا. ويلاحظ تفاوت كبير في النجاح بين الأنواع المختلفة. فبينما نلاحظ تجارب ناجحة ومتكررة في الفئران والخنازير نجد أن المحاولات في الخراف والماشية كانت نسبة النجاح فيها ضئيلة جدا، حيث كانت معظم الأجنة تفقد في مراحل مبكرة من الحمل وحتى التي تنجح في الولادة تموت خلال الأيام الأولى بعد الولادة. ولم يستطع العلماء حتى الآن تحديد سبب واضح لذلك. ومن المؤكد - كما يجمع هؤلاء العلماء ومن بينهم إيان ويلموت - أنه آن الأوان لمزيد من الفهم لآليات

العمليات البيولوجية التي تعتمد عليها التقنية. وما زالت المعضلة الرئيسية هي كيفية إيجاد توافق بين البروتينات التي تصاحب المادة الوراثية المنقولة من الخلية الجسدية للحيوان المراد استنساخه وبروتينات البويضة منزوعة النواة التي يتم إليها النقل والتي ستكمل مراحل التكوين الجيني[٦٤][٧٤].

● أهم السلبيات التي صاحبت استنساخ الثدييات

إذا استعرضنا السلبيات التي صاحبت استنساخ النعجة دوللي أو ما تلاها من ثدييات مستنسخة كالفئران والعجول والخنازير، وكما وردت في الأوراق البحثية، يمكن إجمال أهمها فيما يلي:

١- الارتفاع الكبير في نسبة الفقد في الأجنة، مثلا في حالة النعجة دوللي كان معدل النجاح حالة واحدة من بين ٢٧٧ محاولة أجري فيها ٢٧٧ اندماجا بين الخلايا الواهبة للنواة والبويضات غير المخصبة المفرغة من مادتها الوراثية. ولكن حالات الاندماج التي نجحت في التكوين والنمو وأصبحت أجنة لم تزد على ٢٩ جنينا تم نقلها إلى أرحام ١٣ نعجة. نعجة واحدة فقط هي التي استمر حملها للنهاية، وأنجبت الشاة دوللي.

وتعزو تانجا دومينكو Tanja Dominko الباحثة الرئيسة في مركز أبحاث أوريجون للرئيسيات في بيفرتون بالولايات المتحدة الأمريكية - والتي شاركت في تجارب الاستنساخ الجنيني للقرود - الزيادة الكبيرة في هذا الفقد إلى عدم نجاح انغراس الأجنة في الأرحام، أو نجاح الانغراس وفشل استمرار التكوين الجنيني والنمو، مما يتسبب في حالات كثيرة من الإجهاض المبكر. وتضيف: إننا نفقد أجنة في كل خطوة من خطوات التجربة، قبل الانغراس، وأثناء النقل والانغراس، وبعد الانغراس، وفي أثناء المراحل المختلفة للحمل. وتضيف دومينكو: «بصراحة شديدة وبصفتي متخصصة بل ومحترفة في التعامل مع نوع من القرود (هو الأقرب إلى الإنسان في كل الثدييات، وتضمهما معا مجموعة واحدة هي الرئيسيات) أستطيع أن أتوقع أنه في حالة التجريب على الإنسان، فإننا ولا شك سنضحي بعدد وفير من الأجنة، وقبلها بأعداد لا حصر لها من البويضات. ثم توجه تانجا دومينكو مجموعة من الأسئلة إلى العلماء وتطلب منهم إجابة واضحة:

- هل الأجنة التي تنتج من الاستنساخ طبيعية وسوية؟ وإذا كان كذلك فما الدليل على ذلك؟
- هل تقوم النواة (المادة الوراثية) التي تولج في البويضة منزوعة النواة بدورها الطبيعي الذي تقوم به في خليتها الأصلية؟
- لماذا تفشل معظم الأجنة في إكمال نموها وتكوينها؟
- هل هناك دليل على أن الولائد المستنسخة طبيعية أو ستكون طبيعية؟[٨٩][٩٠].

٢- الحالة الصحية للمواليد ومدى تأثير الاستنساخ عليها:

ومع نجاح استنساخ أنواع مختلفة من الثدييات تظل معدلات النجاح، إجمالا، منخفضة جدا. وحتى عندما تنجح التجارب في إنتاج مستنسخ (نسيلة) حي، فإن الحيوان المستنسخ كثيرا ما يكون مصابا بعيوب مختلفة.

وإذا تتبعنا نتائج تجارب دوللي وشقيقاتها، وجدنا أن هناك زيادة ملحوظة في الحجم والوزن. وفي التجارب التي أجريت بعد دوللي وصل حجم المواليد المستنسخة ضعف الحجم الطبيعي تقريبا. أما في حالة دوللي فقد بلغ وزنها ٦,٦كجم، بزيادة قدرها ٣٠٪ على وزنها المتوقع والمفترض وقت الميلاد. وفي تجارب أخرى لإنتاج نعاج مستنسخة ومحورة وراثيا لإنتاج بروتينات بشرية، بلغ الوزن ٩ كجم، وقد صرح جيم دوفوسي Jim Dufosee المتحدث باسم اتحاد مربي النعاج دورست Poll Dorset - والتي استخدمت في التجارب - أن متوسط الوزن في هذه النعاج بلغ ٤,٧٥ كجم، ولم نسمع بتاتا عن مواليد تصل الى ٧ كجم، وبالتالي فإن وزن ٩ كجم يستحيل الحصول عليه في الظروف الطبيعية. وقد تبين أن هذا هو أحد أسباب حالات الإجهاض التلقائي التي حدثت في أغلب حالات الحمل. وتعرف هذه الحالة بمتلازمة تضخم النسل التي تتمثل في ضخامة حجم الحيوان المستنسخ إلى حد تتعذر معه الولادة بشكل طبيعي، وفي نمو غير طبيعي للمشيمة. وأحيانا تتواجد كمية كبيرة من السائل الأمنيوتي amniotic fluid (السائل الرهلي) حول الجنين في الرحم، وقد أوضحت التجارب أن أغلب الكائنات المستنسخة تموت إما خلال مراحلها الجنينية في رحم الأم وإما عند الولادة أو بعدها مباشرة. وحتى في الحالات التي تكتب لها الحياة بعد الولادة تموت المواليد خلال الأيام أو الأسابيع التالية. ومن خلال الفحص الباثولوجي للمواليد المستنسخة والتي ماتت فور ولادتها تبين وجود تشوهات خطيرة في الرئة والكبد والقلب والكلى والأوعية الدموية، فضلا عن خلل في كفاءة الجهاز المناعي مع تشوهات في الرأس. ومعظم هذه الحيوانات تموت في أيامها الأولى بعد الميلاد.

٣- الوضع مختلف تماما في البشر

عزا راندال براذر Randall Prather أسباب معظم الإشكاليات السابق ذكرها إلى التعبير الجيني غير المناسب، والذي ينتج من إعادة البرمجة غير الكاملة للمحتوى الجيني في الخلايا البالغة المستخدمة في الاستنساخ. ولا يوجد مطلقا أي سبب يجعلنا نتوقع أن الوضع سيختلف في البشر، هكذا يؤكد براذر. هذا فضلا عن أن تكوين المخ البشري أكثر تعقيدا منه في الحيوانات، والتوابع النفسية العصبية (neuropsychiatric) للأطفال المستنسخين قد تكون مهلكة. الوضع مختلف تماما في البشر. ولاحظ براذر أن الزيادة الكبيرة في معدلات الإجهاض المتأخر أو في عدد الحيوانات الميتة التي تولد أو في العيوب التكوينية، والتي تحدث في الحيوانات المستنسخة تفوق وبمراحل ما يحدث في الحمل الطبيعي في البشر أو حتى في أطفال الأنابيب[٩١].

ويعتقد البعض أن هذه السلبيات سوف يمكن تجاوزها بالتدريج مع تقدم البحوث، ويرى البعض أن استنساخ حيوان سليم تماما أمر مستحيل في نهاية المطاف، وحتى إذا كان

المظهر الخارجي للحيوانات المستنسخة يبدو من دون عيوب فربما كانت هناك عيوب وراثية خفية(٦٤)(٧٤)(٨٩).

استنساخ البشر بين المؤيدين والمعارضين

أخذت فكرة احتمال استنساخ البشر، تتأكد وتتأصل في وعي وضمير الناس لتُظهر ردود فعل متضاربة بين العلماء والفلاسفة ورجال الدين والقانون. وتتساءل جينا كولاتا (المحررة العلمية لنيويورك تايمز): هل استبقنا النتائج وتركنا عواطفنا تجرفنا في اتجاه لا نريد السير فيه؟ وتضيف، لقد كثرت الجبهات المعارضة للاستنساخ مما حدا على ظهور مجموعة من المؤيدين للاستنساخ تعلن وتفصح عن رأيها بوضوح، وأنبرت هذه المجموعة تدافع وبشدة ليس عن الاستنساخ على وجه العموم ولكن عن استنساخ البشر خصوصا.

وبعد أن ناقشنا، وباختصار غير مخل، السلبيات التي صاحبت تجارب الاستنساخ في الثدييات كما وردت في الأوراق العلمية المنشورة، مع تعليق المتخصصين عليها، ثم عرضنا للفوائد المنتظرة من الاستنساخ كما يراها مؤيدو استنساخ الثدييات. ننتقل لعرض وجهة نظر بعض المعارضين لاستنساخ البشر، ولكن وقبل ذلك، آثرنا أن يسبق ذلك عرض لأهم النقاط التي يرتكز عليها أولئك الذين يؤيدون استنساخ البشر.

مؤيدو استنساخ البشر

يؤكد أصحاب الرأي المؤيد لاستنساخ البشر، أن الإنسان عندما يجد نفسه في مأزق سوف يكون على استعداد للتحالف مع أي تقنية، ويعرض نفسه لكل المخاطر في سبيل تحقيق ما يراه صوابا من وجهة نظره (وقد تكون خطأ من وجهة نظر المجتمع والأخلاق والدين في بعض الثقافات) - والأهم أن الذي سيساعده هو العلم وتطبيقاته - والحياة حبلى بهذه القصص التي لا ينشر منها إلا القليل.

في عام ١٩٤٧ أنجبت السيدة تومي Twomey طفلين توأما: تيم Tim وتيري Terry. الطفل تيم ولد بعيب خلقي وهو غياب الخصيتين. وبالمساعدة الطبية عاش «تيم» حياة عادية حتى بلغ ١٨ عاما، حيث بدأ يعالج أسبوعيا بالحقن بهرمون التستوستيرون، الذي ساعده في الوصول للبلوغ (سن متأخرة مقارنة بأقرانه) ومع الأيام ساعدته المعالجة الهرمونية على أن يمارس حياته الجنسية طبيعيا. وعندما بلغ ٢٩ عاما تزوج من جاني Jannie. في ذلك الوقت كان أخوه التوأم تيري قد تزوج وأنجب ثلاثة أولاد. ومنذ البداية كان الزوجان (تيم وزوجته) مقتنعين تماما بأنهما لن ينجبا أبدا. ولكن الحنين للأطفال، دفع الزوجين إلى البحث عن مخرج، وكانت الوسيلة عيادات علاج العقم، ولكن دون جدوى. ولم ييأس الزوج (تيم) حتى وجد ضالته في الدكتور شيرمان سيلبر Sherman Silber في مستشفى سانت لوك في سانت

لويس، ميسوري. كان الدكتور سيلبر أخصائيا في المسالك البولية وجراحا ماهرا. وأخذ على عاتقه عبء حل مشكلة الزوج اليائس في الإنجاب. كانت فكرته الشيطانية: لماذا لا ننقل خصية من خصيتي الأخ التوأم ونزرعها في كيس الصفن الخاص بالزوج (تيم). ولم تكن هذه العملية قد أجريت قبل هذه اللحظة في أي مكان في العالم، وكانت المشكلة هي كيف يقوم بتوصيل الأوعية الدموية العديدة، ولكنه كان واثقا من نفسه وساعده على ذلك تصميم «تيم» و«تيري» على إجراء الجراحة. وفي ١٧ مايو ١٩٧٧ كان اليوم المشهود الذي زرعت فيه الخصية، ونجحت العملية. وفي غضون عدة أشهر، أنتجت الخصية المزروعة حيوانات منوية سليمة، وبكميات وفيرة. وفي ٢٥ مارس ١٩٨٠، أنجبت زوجة تيم طفلا وزنه ٣,١ كجم، وأطلق عليه اسم كريستوفر جين Christopher Gene. ولو أجرينا اختبارات جينية على الطفل فسوف يكون بلا أدنى شك، ابنا للزوج تيري. والتساؤل، ما هو شعور الزوج تيم نحو طفله كريستوفر؟ هل سيعتبره ابنه أم ابن أخيه؟ وهل سيشعر نحوه بالشعور نفسه لو أن الجراحة لم تنجح واضطر إلى إخصاب بويضات زوجته بحيوانات منوية من أخيه؟ (لاحظ أن هذا ما تم فعلا ولكن بطريق غير مباشر)، أم أن خروج السائل المنوي من ممراته التناسلية الخاصة، في علاقة شرعية حميمية مع زوجته، كان أمرا ضروريا لحدوث الارتباط والصلة الفيزيائية التي جعلته يشعر بأن كريستوفر ابنه فعلا. إنها واقعة حدثت بالفعل ونشرت تفاصيلها العلمية في مجلة فرتيليتي آند ستيريليتي (*)(Fertility & Sterility) - الخصوبة والعقم) منذ ما يقرب من ثمانية وعشرين عاما (١٩٧٨)، وتحتاج إلى التفكير.

ومن بين أهم المؤيدين لاستنساخ البشر أستاذ الوراثة البشرية لي سيلفر Lee Silver (الحاصل على الدكتوراه من جامعة هارفارد والذي يعمل في جامعة برنستون - ورئيس تحرير دورية ماماليا جينوم Mammalian Genome (جينوم الثدييات)، والذي يلخص وجهة نظر المؤيدين في النقاط التالية (والتي سنعرضها كما هي، حتى مع اعتراضنا الشديد مع بعضها):

- يرى البعض أن هناك ضررا قد يلحق بالأطفال عندما يكبرون ويفاجأ كل منهم بأنه مستنسخ. وأنا أسأل هؤلاء: ما هي الحال مع أطفال الأنابيب الذين كبروا؟ هل أضيروا نفسيا عندما علموا أنهم نتاج إخصاب تم في أنبوبة اختبار أو طبق بتري.

- قد تصل نسبة الأزواج غير القادرين على الإنجاب إلى ٢٠٪، وذلك في السنين الأولى من زواجهم. بينما في الزواج المثلي، فتصل النسبة إلى ١٠٠٪. ماذا يفعل هؤلاء للحصول على أبناء، إنهم يضطرون إلى استخدام حيوانات منوية أو بويضات من بنوك الأمشاج، وبالتالي يحصلون على طفل لا ينتمي بالضرورة إلى أحد الأبوين. لذلك سيرغب الزوجان في استنساخ أحدهما

(*) لقد قررت نشر هذا الرأي، مع علمي التام أن هناك من سيعترض، لأن الأديان - وفي مقدمتها ديننا الحنيف - تحرم ذلك، ولكن تحقيقا للأمانة رأيت ضرورة نقل ما ينشر كما هو، وخاصة إذا تعلق بقضية علمية، لأمر يحدث وبنسب غير قليلة في أوروبا وأمريكا.

لتحاشي اشتراك مادة وراثية غريبة. في حالة زواج السحاقيات فإن إحدى المرأتين سوف تكون مصدر الخلية الواهبة للنواة والمرأة الأخرى سوف تكون مصدر البويضة المستقبلة منزوعة النواة، ثم يغرس الجنين في رحم المرأة صاحبة البويضة. وبالتالي سوف يكون الفرد الناتج ذا علاقة وراثية مع إحداهما وعلاقة رحمية مع الأخرى ويمكن أن نعتبرهما أبوين بيولوجيين.

- لا شيء في الحياة خال من المخاطر بما فيه إنجاب الأطفال، حتى لو ولد الأطفال بكامل صحتهم. دائما يخاف الناس من المجهول، إن التقنيات الجديدة في الإنجاب من خلال الإخصاب الطبي المساعد تحدث فيها ممارسات أكثر خطورة من الاستنساخ. إن تكوين جنين من خلال الحقن المجهري لحيوان منوي في بويضة يتعرض لمخاطر تماثل مخاطر الاستنساخ تماما.

الاستنساخ نهاية عصر الرومانسية

فصْل التناسل والتكاثر من محيط العلاقة الجنسية الجسدية والاندماج الجنسي الجسدي يحدث تأثيرا لا إنسانيا، لا بشريا. إنه هدم للعائلة، وبالتالي للمجتمع. هذه إحدى الحجج التي يقول مؤيدو الاستنساخ إنها السبب الرئيسي الذي يعتمد عليه معارضو الاستنساخ. ويضيف المؤيدون، إن هذا الانفصام أو التفكك المزعوم لن يحدث، حيث إن تجارب الإخصاب خارج الجسم قد أثبتت أن الزوجين اللذين يسعيان إلى الحصول على طفل بهذه الطريقة سيزداد الارتباط بينهما وتتوثق عرى المحبة. حيث إن الزوج سيرافق زوجته خلال مراحل العملية بل وسينفق من ماله الكثير في سبيل ذلك. والطفل الناتج لن يكون نتيجة رغبة جنسية، كما هي الحال في التكاثر البشري الطبيعي، عندما يكون الحمل مخططا له أو غير مخطط له أو غير مرغوب فيه. هنا كل شيء مخطط له، ومرغوب فيه، بل وأمل ينتظره الأب والأم. والنتيجة في الحالة الثانية أقوى بكثير من حالة الحمل الطبيعي. والدليل على ذلك أن الاعتراضات نفسها سبق أن تم استخدامها في مواجهة الإخصاب خارج الجسم لعلاج العقم. ومع ذلك مع مئات الآلاف من الأسر التي أنجبت باستخدام تقنية أطفال الأنابيب، لم تتفسخ عرى العلاقة بين الأزواج والزوجات فيها ولم يفقد الاندماج الجنسي الجسدي ولم تهدم العائلة، بل ترسخ بناؤها بطفل يحمل بشائر السعادة لهذه الأسرة.

هل نحن في حاجة إلى استنساخ الإنسان (وجهة نظر المعارضين للاستنساخ البشري)

انهمرت التحليلات والفتاوى والإرشادات الرافضة والمستنكرة للاستنساخ البشري من كل حدب وصوب، من رجال الدين إلى رجال السياسة مرورا بالعلماء والمفكرين والمثقفين، فالخبر الصدمة يمس صميم حياة الإنسان ويفتح جدلا لا ينحصر في الكرامة البشرية والعقيدة الدينية فقط، بل يتعداهما إلى التعقيدات الفسيولوجية التي يمكن أن تأتي من هذه التلاعبات بالأجنة وتؤدي إلى تشوهات ووفيات.

ويمكن تخليص آراء المعارضين للاستنساخ البشري في النقاط التالية (٩٢-٩٩):

- سيضع استنساخ الإنسان هوة كبيرة بين حياتين، حياة الأصل (السابق) وحياة النسخة (اللاحق). وأن بداية التوأم اللاحق تختلف تماما عن بداية الأصل (السابق) وهاتان البدايتان تختلفان شكلا وموضوعا عن البداية الواحدة، والمشتركة، المتواكبة والمتوقعة لحياة التوائم المتطابقة الناتجة من الإنجاب الطبيعي.

- إن الفرد المستنسخ سوف يعرف الكثير عن أصله الذي استنسخ منه، لأن الأصل موجود فعلا (أو كان موجودا) وله تاريخ وحياة وتجارب معروفة، إنه التوأم المبكر الذي بدأ من نقطة البداية الوراثية نفسها وعاش حياة كاملة، وكان حرا في اختياراته. هذه الخيارات الحياتية ستظل قيدا على حرية التوأم اللاحق المستنسخ. إنه سيعيش حياة سبق أن عاشها غيره، وحتى لو حاول ألا يكررها فإنه سوف يكون سجين المعرفة، سجين أحداث يمكن أن تحدث له. وهذا في حد ذاته قيد نفسي خطير (يكفي أن تعرف أنك ستصاب بمرض ما أو أنك سوف تفشل في زواجك أو لن تنجب أو سوف تفشل في عملك... أو... أو... إلخ).

- إن استنساخ الإنسان سوف يعبر الحواجز الطبيعية بين الأنواع المختلفة من الكائنات ليس بين الثدييات بعضها والبعض الآخر فقط، بل بين أفراد البشر. ولا شك في أن التنوع والاختلاف هما من أهم الصفات التي تميز البشر. والاستنساخ البشري تهديد لنظام الحياة الذي يقوم علي تباين الخلق، إنه تهديد للتنوع البيولوجي في الجنس البشري.

- إن أي محاولة لاستنساخ إنسان تمثل تجربة لا أخلاقية بالنسبة إلى الطفل الناتج. وسوف تتسبب هذه التقنية في إثارة قضايا خطيرة تمس من بين ما تمس: تفرد واستقلالية الشخصية، ووحدة وتكامل العائلة، ومعاملة الأطفال كجمادات، ثم وهو الأهم، عامل الأمان البيولوجي للإنسان.

- كل طفل له سلف بيولوجي مكون من فردين كلاهما مكمل للآخر، والتركيب الوراثي للذرية الناتجة لا يحدده فرد واحد، بل يشترك في تحديده الزوجان وأسلافهما. إن كل طفل يشترك ويشارك في الجينوم البشري العام لسلالة البشر، وفي الوقت نفسه فإن كل طفل متفرد وراثيا. ومع كل ذلك نجد من يردد أن التكاثر الجنسي أصبح طريقة تقليدية للإنجاب، والبديل هو الإنجاب من دون جنس (التكاثر اللاجنسي) والذي يمكن أن يكتمل بأب واحد، إنه انحراف راديكالي عن مسار الطبيعة البشرية، يخلط ويربك مفاهيم الأبوة والأمومة والأشقاء.

- يعمل الاستنساخ البشري على تقويض الصلة بين الجنس والإنجاب، لا يمثل الطفل في الجنس نسخة من الأب أو الأم، وإنما يجسد توحدهما. إننا خلقنا وحدنا في هذا العالم متفردين، وكما أوجد الله عز وجل هذه الاستقلالية الوراثية، فالواجب أن نوفرها للطفل ونحميها له طوال حياته ونهديها له في النهاية.

- ويري المعارضون أيضا أن الاستنساخ صناعة لكائن، يتم تشكيله والتحكم في مكوناته منذ أول لحظة، وحتى يتم إتقان الصناعة فإن الانتقاء يبدأ بتحديد الجنس. إن الاستنساخ ما هو إلا تحويل الإنجاب إلى صناعة، ويمتد ليتحكم في اختيار المحتوى الوراثي الكامل للفرد، إنه الفرق بين إنجاب طفل وصناعة طفل. وهنا تنشأ علاقة غير متوافقة مع الوالدية الفطرية الطبيعية.

- ثم ماذا عن الهوية الاجتماعية والقانونية للطفل المستنسخ داخل الأسرة؟ هل يعتبر أخا أو أختا لوالديه؟ أم ابنا أو ابنة لوالديه؟ وهل يعتبر حفيدا لأجداده أم ابنا لهم؟ كل هذه الاحتمالات تجعل الشكوك تحيط ليس فقط بوضع الطفل المستنسخ من الناحية الاجتماعية والسيكولوجية، بل وبكينونته أيضا، إنه سوف يصبح توأما لشخص قد يكون والدا (أما أو أبا) اعتباريا. كل ذلك يجعل الغموض والالتباس يحيطان ويخيمان على مفهوم الوالدية، مما يشوه إحساس الطفل المستنسخ بهويته الاجتماعية. إن الاستنساخ تمييع لمفاهيم الأمومة والوالدية والحياة الأسرية.

وجهة النظر الإسلامية

على الرغم من أن القضايا العلمية الجديدة دقيقة لدرجة لا يجوز فيها التسرع بالفتوى قبل الإلمام التام بكل أبعادها، فإن قضية الاستنساخ نالت من الفتاوى والآراء الدينية ما لم تنله قضية علمية أخرى. لكن قبل تلخيص وجهة النظر هذه لا بد من التأكيد أن الاستنساخ البشري ليس خلقا جديدا.

- وجهت رابطة العالم الإسلامي بمكة المكرمة رسالة بهذا الخصوص ورد فيها[٦٤] «إن الاستنساخ حرمه المجتمع الفقهي بالرابطة وجرّم فاعله، لأنه يعتبر اعتداء على سنة الله في خلق الإنسان وتكوينه، ولأن الاستنساخ معرض لإيجاد أشكال بشرية مشوهة وغير سوية ويؤدي إلى ولادات تختلط فيها الأنساب». وناشدت الرابطة حكومات العالم بالإعلان عن حرمة عمليات الاستنساخ البشري. والتأكيد على أن الزواج الشرعي المعروف بين الرجل والمرأة هو الطريق الوحيد للإنجاب.

- وقد ورد في توصيات المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية، فيما يتعلق بالرأي الإسلامي حول موضوع الاستنساخ ما يلي:

١- تحريم كل الحالات التي يقحم فيها طرف ثالث على العلاقة الزوجية، سواء أكان رحما أم بويضةأم حيوانا منويا أم خلية جسدية للاستنساخ.

٢- منع الاستنساخ البشري العادي (نقل نواة جسدية لبويضة منزوعة النواة)، فإن تظهر في المستقبل حالات استثنائية تعرض لبيان حكمها الشرعي من جهة الجواز أو المنع.

٣- مناشدة الدول سن التشريعات القانونية اللازمة، لغلق الأبواب المباشرة وغير المباشرة أمام الجهات الأجنبية، والمؤسسات البحثية، والخبراء الأجانب، للحيلولة دون اتخاذ البلاد الإسلامية ميدانا لتجارب الاستنساخ البشري، والممارسات غير الشرعية في مجال الإخصاب البشري، والترويج لها[٦٤].

- أصدر مجمع البحوث الإسلامية بيانا أكد فيه أن استنساخ الإنسان حرام شرعا لما يحيط به من المخاطر من كل جانب، وتعريض للإنسان الذي كرمه الله، للعبث والتجربة وإيجاد أشكال مشوهة، وأكد البيان أن الاستنساخ يجرد الإنسان من خاصية الإنسانية التي تتمثل في العواطف الطيبة والدوافع النبيلة لتحمل مسؤولياته في الحياة وينتكس به إلى الحيوانية بل وأدنى.

- وفي تقديمه لكتاب من يخاف استنساخ البشر الذي ألفه جريجوري بنس Gregory Pence وترجمه د. أحمد مستجير، د. فاطمة نصر، والذي أصدرته دار سطور (مصر)، يركز الدكتور محمود حمدي زقزوق، وزير الأوقاف المصري على أن هناك بعض الحقائق التي يؤكد عليها الدين الإسلامي[٩٩]:

- يؤكد الإسلام على كرامة الإنسان، وهذه الكرامة تشمل كل إنسان بصرف النظر عن جنسه أو لونه أو معتقده. ﴿**ولقد كرمنا بني آدم**﴾ (سورة الإسراء).

- يؤكد الإسلام على دور الأسرة ويحث على التكاثر عن طريق الزواج الشرعي ويتبع ذلك حفظ النسل، أي حفظ النوع الإنساني، كما يعني حفظ الأنساب وحمايتها من الاختلاط، وما يترتب على ذلك من صلة الأرحام، وتحريم زواج المحارم، وتطبيق نظام المواريث.

- جاء الدين لمصلحة الإنسان، ومن أجل خيره وسعادته في دنياه وأخراه، وكل ما يجلب مصلحة حقيقية للإنسان فهو «شرع الله».

- العلم يعد فريضة إسلامية لا تقل أهمية عن فرائض الصوم والصلاة والزكاة، والكون كله مجال للبحث العلمي بلا حدود ولا قيود.

ويواصل الدكتور زقزوق:

وفي ضوء هذه المبادئ يحرص الإسلام على تكوين الأسرة الصالحة، وعلى ضرورة تحسين النسل بالاختيار السليم لشريكي الحياة، ومن هنا حذر من زواج الأقارب، والإسلام لا يعتمد للإنجاب إلا طريقا واحدا فقط هو الزواج الشرعي الذي هو الطريق الطبيعي للتكاثر البشري، ولا يبيح الإسلام الخروج على هذه القاعدة. وبناء على ذلك فإن الاستنساخ البشري سوف يؤدي إلى مشكلات معقدة من شأنها تهديد نظام الأسرة وخلل في العلاقات الاجتماعية وما يرتبط بالأمور الشرعية من مواريث وخلافها، فضلا عن أن الأمر قد يصل إلى إلغاء عاطفة الأبوة أو الأمومة، ومن شأن ذلك كله أن ينعكس على الطفل المستنسخ. وحتى إن كان الاستنساخ البشري سوف يجلب مصلحة فردية لبعض الناس الذين لا يستطيعون الإنجاب. فالقاعدة الشرعية في مثل هذه الأحوال هي «درء المفاسد مقدم على جلب المصالح».

وليس معنى ذلك أن الإسلام يقف عقبة في طريق البحث العلمي، ولكن القضية تتمثل في أسلوب استخدام الإنسان للعلم واكتشافاته، فالطاقة الذرية لا يرفضها الدين وإنما يرفض استخداماتها في تدمير البشرية ويشجع على استخداماتها في كل النواحي السلمية، كذلك

لا مانع من الاستنساخ في مجال الحيوان والنبات. ويضيف الدكتور زقزوق: بل وفي المجال البشري في إنتاج أنسجة قد يحتاج إليها الإنسان. أما الاستنساخ الكامل للكائن البشري فسيترك آثارا ضارة ومدمرة دينيا وأخلاقيا ونفسيا واجتماعيا وقانونيا.

هل يمكن استنساخ الإنسان؟

حتى كتابة هذه السطور والتفكير الجاد في استنساخ البشر قائم، لكن ما فرصة حدوث ذلك؟ وهل يمكن أن يحدث في وقت قريب؟

تعتمد الإجابة عن هذين السؤالين، وفي جزء كبير منها، على مفهوم علمي مفاده أن أجنة جميع الثدييات المشيمية تكاد تتشابه في مراحلها الباكرة من التكوين الجنيني، على الرغم من وجود بعض الاختلافات. وإذا كان الاستنساخ يعتمد على أوجه التشابه بين هذه الثدييات أكثر من تأثره بدرجات الاختلاف، فإن استنساخ البشر سيقع في حيز الممكن. ومادامت تقنية نقل الأنوية (وهي التي يعتمد عليها الاستنساخ) مستمرة ويتم تطويرها، وتجريبها على الأنواع المختلفة من الثدييات، فإن النجاح متوقع. والدليل على ذلك، وقبل الإعلان عن دوللي، أن العلماء في بعض المراكز البحثية كانوا قد نجحوا في استنساخ أبقار وخنازير ومعز وأرانب وفئران باستخدام خلايا جنينية. واستمر النجاح بعد دوللي أيضا، وذلك باستنساخ أبقار وفئران وأرانب وجرذان باستخدام خلايا متميزة لحيوانات كاملة النضج.

ومما لا شك فيه، وكما يتوقع العلماء، إذا كانت تقنية نقل الأنوية (سواء من خلايا جنينية غير متميزة أو من خلايا متميزة لحيوان يافع) قد أثبتت فاعليتها ونجاحها في معظم الأنواع الثديية التي تم التجريب عليها، فإن هذه التقنية قد تنجح أيضا في حالة الإنسان.

وفيما يتعلق بالبشر، ليس السؤال: هل ستتم التجربة أم لا؟ هل ستنجح التجربة أم لا؟ ولكن السؤال: هل ستتم التجربة ثم تنجح... وبأمان؟ إننا نتعامل مع إنسان. ولأن القاعدة الذهبية في أخلاقيات الطب، ألا يقدم الأطباء على تطبيق أي تقنية مستحدثة على الإنسان إذا تبين لهم أن مخاطر الضرر واردة، ويصعب تجنبها. في حالة الاستنساخ، ستجبر هذه القاعدة الأطباء على مراجعة احتمالات هذه المخاطر، والتأكد من أن التطبيق العملي للتقنية لن يتسبب في أضرار للإنسان، وبالتالي لن يقدموا عليها إلا بعد التأكد، وكحد أدنى، من أن مخاطر إنتاج مواليد بعيوب خلقية لن تكون أكثر من تلك المخاطر المصاحبة للحمل في طرق الإنجاب العادية.

القرن الواحد والعشرون: قرن صناعة الجنين

إذا كانت صناعة الأطفال، بدأ يظهر ظل لها من خلال بعض مظاهر تقنيات الإنجاب، وعلى سبيل المثال لا الحصر، وسائل منع الحمل والتحكم في وقت الحمل، والفحص الوراثي للأجنة والحصول على الأمشاج من بنوك المنويات والبويضات في أي وقت وأي عمر. فإنه - ومع ذلك -

يرى المعارضون أنه إذا كانت هذه التقنيات تمثل نوعا من بعض التحكم في مظهر أو أكثر من مظاهر تكوين الطفل، فإن الخوف والرعب من الاستنساخ يتمثلان في أنه سيقدم الإمكانية للتحكم الكامل، الحقيقي والفعلي في أهم عامل في تكوين الطفل وهو جينومه الوراثي. وحتى لو توقف دور الاستنساخ عند هذا الحد فقط لكان ذلك كافيا.

إن الاستنساخ يمثل خطوة خطيرة نحو تحويل الإنجاب إلى صناعة، وامتداد يد البشر لتتدخل في عملية الخلق، ولتتحكم في اختيار المحتوى الوراثي الكامل للفرد، إنه الفرق بين إنجاب طفل وصناعة طفل (لاحظ أن هذا المصطلح تم استخدامه أكثر من مرة في هذا المقال). وفي هذا النمط من التكوين، الذي يتم بفعل فاعل، تنشأ علاقة غير متوافقة مع الوالدية الفطرية الطبيعية. الوالدية التي تتكون بين الآباء والأبناء في الحياة الطبيعية والتي يتقبل، بل ويرحب فيها الوالدان ليس فقط بالتشابه الموجود بينهما وبين أولادهما، ولكن أيضا بالاختلاف. بل يقبلان ويتابعان برضا بالغ، ليس فقط التطورات التي تحدث لأبنائهما على مر سني حياتهم، والتي تكون نتيجة سيناريوهات مخططة في التربية والرعاية والتعليم، بل أيضا التطورات التي سوف تتكون في الأبناء بالمصادفة، والتي لم يخطط الوالدان لها أبدا أو توقعاها. وقد تكون الأخيرة في بعض الأحيان أفضل بكثير من الأولى.

القضية برمتها هي الحدود الأخلاقية للممارسات التي تتم مع الجنين البشري، والتخوف من تحول الجنين إلى مختبر أبحاث، ثم إلى قطع غيار. الخوف أن يصبح القرن الواحد والعشرون قرن صناعة الجنين، ويدخل تصنيع البشر في «بيزنس» الشركات عابرة القارات، وننتقل إلى عصر الرأسمالية البيولوجية Biocapitalism (المصطلح الذي عنون به دافيد شنك أحد مقالاته في هاربرز ماجازين Harper's Magazine في ديسمبر ١٩٩٧).

منذ بدء الخليقة، وحتى وقتنا هذا، وكلما حاول الإنسان وسعى إلى الإجابة عن التساؤلات اللامتناهية للحياة وفك ألغازها، قادته هذه الإجابات إلى المزيد من الألغاز التي لا نهاية لها. وبعد أن نجح الإنسان في تفجير القنبلة النووية المادية، وبعد أن نفذ إلى نواة الذرة، هل هو في طريقه لتفجير القنبلة النووية البيولوجية، بعد نفاذه إلى نواة الخلية وكشفه لمعظم أسرارها. لقد رضي الإنسان بأن يحمل الأمانة، وأصبح هو المسؤول عن تصرفاته، وكما يقول الفيلسوف العالمي برتراند راسل: القوة الجديدة التي يخلقها العلم تكون خيِّرة بقدر الحكمة التي يتميز بها الإنسان، وتكون قوة شريرة بقدر ما في الإنسان من حمق، لذلك إذا أريد للحضارة العلمية أن تكون حضارة خيِّرة، فقد وجب أن تقترن بزيادة المعرفة زيادةٌ في الحكمة. وأعني بالحكمة الإدراك السليم لغايات الحياة».

﴿**وما أوتيتم من العلم إلا قليلا**﴾ صدق الله العظيم. (الإسراء، آية ٨٥)

المصادر

1 Hall, J.L.; Engel, D.; Motta, G.L.; Gindoff, P.R. and Stillman, R.J. (1993): Experimental cloning of human polyploid embryos, using an artificial zona pellucida. The American Fertility and Andrology Society, Program supplement: Abstracts of the Scientific oral and poster sessions, Abstract 001 (S1).

2 Nilmut, I.; et al. (1997): Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. Nature, 385: 810-813.

3 Shahin, M.A. (1998): Bioethics of mammalian cloning. Proceedings of the 2nd congress on mammalian cloning. Washington, D.C., 23-27 June, 1998.

4 محمد عبدالحميد شاهين، ١٩٩٩: رعب استنساخ البشر. مجلة العربي الكويتية العدد ٤٩٣، ديسمبر ١٩٩٩.

5 Silver, L.M. (1998): Remaking Eden. Avon Books, New York.

6 Sophia, J.K. and Kaufman, S.A. (1966): Infertility in women. Philadelphia, USA, F.A. Davis.

7 Pence, G.E. (1998): Who's Afraid of Human cloning. Rowman and Littlefield Publishers, Inc. Lanham, New York.

8 انظر مجلة: Heningg, R.M. (2003) Scientific American, June 2003

9 The Lexicon Webster Dictionary, vol. I, Delain Publishing Company, Inc. New York, 1986.

10 Campbell, N.A.; Mitchell, L.G. and Reece, J.B. (2000): Biology: Concepts and connections. Third edition, Longman, Inc. New York.

11 Hamburger, V. (1998): The heritage of experimental Embryology. New York: Oxford Wniv. Press.

12 Hammerling, J. (1934): Uber Genomwirkungen und Formbildungsfahig Keit bei Acetabularia. Arch. EntwMech. Org., 132: 424-462.

13 Comandon, J. and De Fonbrune, P. (1939): Greffe nucleaire totale, simple ou multiple, ches une Amibe. c.r.Séanc. Soc. Biol., 130: 744-748.

14 Spemann, H. (1938): Embryonic development and induction. New Haven, conn.: Yale University Press.

15 Briggs, R. and king, T.J. (1952): Transplantation of living, nuclei from blastula cells into enucleated frogs eggs. Proc. Natl. Acad. sci., USA, 38: 455-463.

16 Gurdon, J.B. (1968): Changes in somatic cell nuclei inserted into growing and maturing amphibian oocytes. J. Embryol. exp. Morph., 20: 401-414.

17 Gurdon, J.B.; Laskey, R.A. and Reeves, O.R. (1975): The development capacity of nuclei transplanted from Keratinized skin cells of adulf frogs. J. Embryol. exp. Morpl., 34: 93-112.

18 Haldane, J.B.S. (1963): Biological Possibilities for the human species in the next ten thousand years. CIBA Foundation. J&A Churcill Ltd.

19 انظر صحيفة: Lederberg, J. (1967): The Washington Post, Sept. 30, 1967

20 Toffler, A. (1970): Future shock. New York: Random House.

21 Watson, J. (1971): The Mail. Atlantic Monthly, July 1971.

22 Gaylin, W. (1972): The Frankenstein Myth becomes A reality. The New York Times Magazine, March 5, 1972.

23 Rorvik, D. (1978): In His Image: The cloning of a man. New York: J. B. Lippincott.

24 Kolata, G (1998): Clone, The road to Dolly and the path ahead. William Morrow and company, Inc. New York.

25 McGrath, J. and Solter, D. (1984): Inability of mouse blastomere nuclei transferred to enucleated zygotes to support development In vitro. Science, 226: 1317-1319.

26 Willadsen, S.M. (1986): Nuclear transplantation in sheep embryos. Nature, 320: 63-65.

27 Robl, J.; Prather, R.; Barnes, F.; Eyestone, W.; Northey, D. and First, N.L. (1987): Nuclear Transplantation in bovine embryos. J. Anim. Sci., 64: 642-647.

28 Prather, R.S.; Sims, M. and First, N.L. (1989): Nuclear transplantation in early pig embruos. Biol. reprod., 41: 414-418.

29 Yang, X.; Jiang, S.; Kovacs, A. and Foots, R.H. (1992): Nuclear totipotency of cultured rabbit morrulae to support full-term development following nuclear transfer. Biol. Reprod., 47: 636-643.

30 Yong, z.; Jian Chen, W.; Jufen, Q. and Zhiming, H. (1991): Nuclear transplantation in goats. Theriogenology, 35: 299.

31 Seidel, G.E. (1995): Sexing, bisection and cloning embryos: perspectives and applications to animal breeding. In: Proc. of Symposium on Reproduction and Animal Breeding, Milan.

32 Bondioli, K.R. (1993): Embryo cloning by nuclear transfer in cattle, present status and prospect for th future. In: Proc. of Symposium on Recent Development in Embryo Biotechnology for Farm Animals, Baton Rouge.

33 Campbell, k.; McWhir, J.; Ritchie, B. and Wilmut, I. (1995): Production of live lambs following nuclear transfer of cultured embryonic disc cells. Therigenology, 43: 181.

34 Tsunoda, Y.; Yasui, T.; Shioda, Y.; Nakamura, K.; Uchida, T. and Sugie, T. (1987): Full term development of mouse blastomere nuclei transplanted into enucleated two-cell embryos. J. Exp. Zool., 242: 147-151.

35 Meng, L.; Ely, J.J.; Stouffer, R.L. and Wolf, D.P. (1997): Rhesus monkeys produced by nuclear transfer. Biol. Reprod., 57: 454-459.

36 Mansei, M.; O'Brien, C. and Mountfold, P. (2002): Transgenic Strategy for demonstrating nuclear reprogramming in the mouse. Cloning and Stem Cells, 4: 121-130.

37 Gordon, J.W.; et al. (1980): Genetic Transmission of mouse embryos by microinjection of purified DNA. Proc. Nat. Acad. Sci. (USA), 77: 7380-7384.

38 Hogan, B.; et al. (1994): Manipulating the mouse embryo: A laboratory manual. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Press.

39 Campbell, K.H.S.; et al. (1996): Sheep Cloned by nuclear transfer from a cultured cell line. Nature, 380: 64-66.

40 محمد عبدالحميد شاهين، ١٩٩٨: تنظيم عمليات التكوين في الجنين. مجلة العلوم الحديثة، القاهرة يونيو ١٩٩٨.

41 Campbell, K.H.S. (1999): Nuclear equivalence, nuclear transfer and the cell cycle. Cloning, 1: 3-16.

42 محمد عبدالحميد شاهين، ١٩٩٨: هندسة التناسل والاستنساخ. ثبت المؤتمر الدولي الأول في الوراثة الجزيئية. القاهرة ٢١-٢٤ فبراير ١٩٩٨.

43 Colman, A. (1999): Somatic cell nuclear transfer in mammals: Progress and Application. Cloning, 1: 185-200.

44 انظر دورية: Genetic Engineering News, Vol. 23, 2003

45 Wakayama, T. and Yanagimachi, R. (1999): Cloning of male mice from adult tail-tip cells. Nat. Genet., 22: 127-128.

46 Wakayama, T. and Yanagimachi, R. (1999): Cloning of the laboratory mouse. Semin. Cell. Dev. Biol., 10: 253-258.

47 Wakayama, T.; Perry, A.C.; Zuccotti, M.; Johnson, K.R. and Yanagimachi, R. (1998): Full term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei. Nature, 394: 369-374.

48 UNESCO (2004): Human Cloning, ethical issues. UNESCO, Paris.

49 News@nature.com.

50 Campbell, K.H.S. (2002): A background to nuclear transfer and its applications in agriculture and human therapeutic medicine. J. Anat., 200: 267-275.

51 Moore, k. and Thatcher, W.W. (2006): Major advances associated with reproduction in dairy cattle, J. Dairy Sci., 89: 1254-1266.

52 Kato, Y.; Tany, T.; et al. (1998): Eight calves cloned from somatic cells of a single adult. Science, 282: 2095-2098.

53 Baguisi, A.; et al. (1999): Production of goats by somatic cell nuclear transfer - Nat. Biotechnol., 17: 456-461.

54 Vignon, X.; et al. (1999): Development of bovine nuclear transfer embryos reconstructed with quiescent and proliferative skin fibroblasts. Theriogenology, 51: 216.

55 Wells, D.N.; et al. (1999): The use of adult somatic cell nuclear transfer to preserve the last surviving cow of th Enderby Island cattle breed. Theriogenology, 51: 217.

56 Wells, D.N.; Misica, P.M. and Tervit, H.R. (1999): Production of cloned calves following nuclear transfer with cultured adult mural granulosa cells. Biol. Reprod., 60: 996-1005.

57 Onishi, A.; Iwamoto, M., et al. (2000): Pig cloning by microinjection of fetal fibroblast nuclei. Science, 289: 118-1190.

58 Tamashiro, K.L.K.; Wakayama, T., et al. (2000): Postnatal growth and behavioral development of mice cloned from adult cumulus cells. Biol. Reprod., 63: 328-334.

59 Hill, J.R.; Winger, Q.A.; Long, C.R., et al. (2000): Developmental rates of male bovine nuclear transfer embryos derived from adult and fetal cells. Biol. Reprod., 62: 1135-1140.

60 Kato, Y.; Tani, T. and Tsunoda, Y. (2000): Cloning of calves from various somatic cell types of male and female adult, newborn and fetal cows. J. Reprod. Fertil., 120: 231-237.

61 Kubota, C., Yamakuchi, H.; Todoroki, J., et al. (2000): Six cloned calves produced from adult fibroblast cells after long-term culture. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 97: 990-995.

62 Lanza, R.P.; Cibelli, J.B.; Faber, D., et al. (2001): Cloned cattle can be healthy and normal. Science, 294: 1893-1894.

63 Gurdon, J.B. and Colman, A. (1999): The future of cloning. Nature, 402: 743-746.

64 محمد عبد الحميد شاهين، ٢٠٠٤: الاستنساخ البشري ماله وما عليه. ثبت المؤتمر الدولي لأخلاقيات الإعلام العلمي في مجال البحوث البيولوجية. اللجنة الوطنية المصرية للتربية والعلوم والثقافة، القاهرة ٨-٩ سبتمبر ٢٠٠٤، ص٥٦٦-٥٨٦.

65 Elder, K. (2000): In vitro fertilization. Cambridge University Press, Cambridge.

66 Lanza, R.P. (2004): Handbook of stem cells. Elsevier/Academic Press.

67 موسى الخلف، ٢٠٠٣: العصر الجينومي، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت عدد ٢٩٤، ٢٠٠٣.

68 انظر: مجلة العلوم (الكويتية) الترجمة العربية لمجلة ساينتفك أمريكان: استنساخ أول جنين بشري المجلد ١٨، العددان ٢/٣ - فبراير/مارس ٢٠٠٢.

69 Cibelli, J.B., et al (2002): The first human cloned embryo. Scientific American, Jan. 2002.

70 Green, R.M. (2002): Benefiting from evil; an incipent moral problem in human stem cell research. Bioethics, 16: 544-556.

71 Rosenthal, N. (2003): Prometheus's vulture and the stem-cell promise. New Engl. J. Med., 349: 267-274.

72 Jian, Y., et al. (2002): Pluripotency of mesenchymal stem cells derived from adult marrow. Nature, 418/ 41-49.

73 انظر: مجلة نيوزويك، عدد ١٤ يناير ٢٠٠٣.

74 Genetic Engineering News, Vol. 25, 2005.

75 Lanza, R. and Rosenthal, N. (2004): The stem cell challenge. Sci. Amer., June 2004.

76 Hwang, W.S., et al. (2004): Evidence of a pluripotent human embryonic stem cell line derived from a cloned blastocyst. Science, 303: 1669-1674.

77 Hwang, W.S., et al. (2005): Patient - Specific embryonic stem cells derived from human SCNT blastocysts. Science, 308: 1777-1783.

78 Hwang, W.S., et al. (2005): Dogs cloned from adult somatic cells. Nature, 436: 641.

79 انظر مجلة: Time Asia Magazine, 12 Dec., 2005

80 http://www.theregister.co.uk/2006/04/04

81 عظايا وحيدة الجنس، مجلة العلوم الكويتية، المجلد ٢ العدد ٦، ١٩٨٧.

82 Mealey, L. (2000): Sex differences: Developmental and Evolutionary Strategies. Academic Press.

83 Kono, T., et al. (2004): Nature, 428 - April 2004.

84 محمد فتحي، ٢٠٠٣: مجلة المصور، العدد ٤٠٨٢ القاهرة.

85 Wilmut, I. (2002): cloning and stem cells. Cloning, 4: 103-104.

86 Atlan, H., et al. (1999): Le Clonage Humaine, Editions du Seuil, Paris.

87 Mclaren, A., et al. (2002): Ethical eye: cloning. Council of Eurrope Publishing, Strasbourg.

88 Warnock, M. (2002): Making babies: Is there a right to have children? Oxford University Press, London.

89 campbell, K.H.S. (2002): A background to nuclear transfer and its applications in agriculture and human therapeutic medicine. J. Anat., 200: 267-275.

90 Dominko, T., Mitalipova, M., et al. (2002): Bovine oocyte as a universal recipient cytoplasm in mammalian nuclear transfer. Theriogenology: 49: 385.

91 Prather, R. (2003): Genetic Engineering, Jan. 15, 2003.

92 Cohen, C. (2001): Banning human cloning - Then what? kennedy Institute of Ethics Journal, 11: 205-209.

93 محمد عبدالحميد شاهين (١٩٩٩): عرض لكتاب الطريق إلى دوللي، مجلة العربي الكويتية، الكويت، يناير ١٩٩٩.

94 محمد عبدالحميد شاهين (١٩٩٧): الجنين بين الممارسات البيئية والتكنولوجيا الحيوية. ثبت الندوة المصرية عن أخلاقيات الممارسات البيولوجية. اليونسكو، جامعة القاهرة ٢٧-٣٠ سبتمبر ١٩٩٧.

95 محمد عبدالحميد شاهين (١٩٩٨): الاستنساخ وتطبيقاته المفيدة للبشرية. ثبت المؤتمر السادس والعشرين لجمعية الوراثة المصرية - الإسكندرية، ٢٩-٣٠ سبتمبر ١٩٩٨.

96 محمد بعدالحميد شاهين (١٩٩٨): الاستنساخ والعبرجينية. مطبوعات مركز تطوير تدريس العلوم - جامعة عين شمس، القاهرة، ١٩٩٨.

97 محمد عبدالحميد شاهين (١٩٩٨): الكائنات المحولة وراثيا. ثبت مؤتمر الحاضر والمستقبل في علوم الوراثة والهندسة الوراثية في العالم العربي حتى عام ٢٠٢٠. القاهرة، ٨-٩ نوفمبر ١٩٩٨.

98 محمد عبدالحميد شاهين (١٩٩٩): تصنيع البشر. مجلة سطور، العدد ٣٧ ديسمبر ١٩٩٩، القاهرة.
جريجوري بنس (١٩٩٩): من يخاف استنساخ البشر، ترجمة د. أحمد مستجير، د. فاطمة نصر، تقديم د. حمدي زقزوق، د. عبدالصبور مرزوق، د. محمد شاهين - كتاب سطور (٥). القاهرة.

مراجع إضافية

- أحمد مستجير، ٢٠٠٤: الثورة البيولوجية - في بحور العلم. سلسلة اقرأ العدد ٦٩١، دار المعارف، القاهرة.
- هاني رزق، ٢٠٠٠: الدنا والتطور الموجه في القرن العشرين. عالم الفكر، مجلد ٢٩، العدد الثاني أكتوبر / ديسمبر ٢٠٠٠.
- ناهدة البقصمي، ١٩٩٣: الهندسة الوراثية والأخلاق، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.
- حسين فضل الله وآخرون، ٢٠٠٠: الاستنساخ جدل العلم والدين والأخلاق. إشراف د. هاني رزق. إعداد وتحرير عبدالواحد علواني، دار الفكر، دمشق - سوريا.
- دانييل كيفلس وليروي هود، ١٩٩٧: الشفرة الوراثية للإنسان، القضايا العلمية والاجتماعية لمشروع الجينوم البشري، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ترجمة د. أحمد مستجير.
- ستيف جونز، ٢٠٠٠: لغة الجينات، ترجمة أحمد رمو، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، سوريا.

قيمية العلم

المسوح الوراثية نموذجا

د. نجيب الحصادي(*)

يثير النشاط العلمي على المستوى المعرفي العديد من القضايا الخلافية، أساسا، بسبب طبيعته الظنية. ولأن لكل تقنية مضامينها القيمية، وكل قيمي خلافي، فإن ارتباطات العلم التقنية تسهم في جعله موضعا للريبة الأخلاقية. هذا أمر كان نبّه إليه علماء الاجتماع منذ مطلع القرن الفائت، غير أن الناس أضحوا يعيشونه واقعا راهنا مذ غدت الأجهزة التقنية قوام حياتهم.

المسوح الوراثية (أحد أنواع التقنيات الوراثية التشخيصية) تؤكد على نحو غير مسبوق اشتمال التقنية على مضامين قيمية، عبر إثارة مسائل أخلاقية ذات طبيعة خاصة. الحال أنها ليست هناك قضايا أكثر إرباكا ومدعاة للاحتراز الأخلاقي من تلك التي تنجم عن هذا النوع من المسوح.

في هذه الدراسة، أعارض بداية تمييزا بين العلم والتقنية يعقده مشككون في ارتباطات العلم التقنية، ثم أجادل بأن طبيعة العلم، بصرف النظر عن ارتباطاته التقنية، تحتم معاناته من اختلالات قيمية، وأن ارتباطاته التقنية لا تسهم إلا في جعل هذه المعاناة أشد إيلاما. بعد ذلك، أستعرض استحقاقات حسم القضايا الأخلاقية بوجه عام، ثم أعرج على سرد موجز للمعلومات التي يتسنى تأمينها عبر المسوح الوراثية، وأختتم بتحليل بعض المشاكل الأخلاقية التي تثار بسببها.

(*) أستاذ الفلسفة - قسم الفلسفة - كلية العلوم الإنسانية والإجتماعية جامعة الإمارات - العين - دولة الإمارات العربية المتحدة.

العلم والتقنية

يذهب البعض إلى أن التصور الذي يقر ارتباط العلم بالتقنية يواجه صعوبات تستوجب التمييز بين هذين النشاطين، والعدول خصوصا عن إدراج التحكم في البيئة ضمن أهداف العلم. يلزم هذا التمييز، فيما يقر فرد درتسكي (Fred Dretski)، عن معاينة طبيعة نتاج العلم والتقنية. العلم عنده وسيلة معرفية تنتج كيانات لغوية (فروضا) توظف أساسا في تحقيق غايات نظرية (التفسير والتنبؤ)؛ أما التقنية فتنتج كيانات مادية (أجهزة) تسهم في تحقيق غايات عملية صرفة. نتاجات التقنية ليست قضايا بل معدات تسخر في إنجاز مقاصد براجماتية، وقد تكون بعض هذه المقاصد مبررة أخلاقيا، لكنها قد تكون أيضا موضع اشتباه.

يرجع ألبير بابيه الخلط بين العلم والتقنية إلى عاملين: أن مكتشفي القوانين العلمية غالبا ما يسهمون في تحقيق غايات تقنية، وأن العلماء أنفسهم هم أول من يتباهى بالتطبيقات النافعة الناجمة عن نظرياتهم [بابيه، ٤٠ - ٤٢]. بتبدد هذا الخلط وفهم أن التحكم في البيئة ليس غاية من غايات العلم بل هدف من أهداف التقنية، سوف يستبان أن العلم بريء من التهم الأخلاقية التي توجه إليه، أو هكذا يزعم أشياع هذا التمييز. في المقابل، سوف أجادل بأن هناك روابط قوية تشج الأبحاث العلمية بالتطبيقات التقنية حدا يجعل الحاجات التقنية الموجه الحقيقي لدفة العلم.

أضحت التقنية في العصر الحديث جزءا لا يتجزأ من النشاط العلمي منذ أن توقفت الجامعات ومراكز البحوث عن تشكيل البيئة الطبيعية للعلماء، الذين أصبحوا مستخدمين يقدمون خدماتهم إلى شركات صناعية وتجارية كبرى. غلبة النزوعات الرأسمالية على القطاعات الاقتصادية والحكومية أسهمت بدورها في جعل العلم مجرد وسيلة لجني الأرباح وكسب النفوذ، وهكذا غدت قيمة المشروع العلمي تقدر أساسا وفق عائداته المادية.

فضلا عن ذلك، يعتبر بعض فلاسفة العلم التحكم في البيئة هدفا من أهداف العلم لا يقل أساسية عن أهدافه الإبستيمية. هكذا يقول أندريه لالاند صراحة بالطابع العملي التطبيقي الذي يتسم به العلم، فيما يجادل نورمان كامبل بأن العلم يكشف في آن عن منظورين، واحد نظري وآخر عملي، يشكلان وجهين لعملة واحدة [عبد القادر، ص ٤٢ و٤٣].

أكثر من ذلك، ثمة من يذهب إلى حد إقرار أن مطلبي التفسير والتنبؤ مجرد وسائل لاستيفاء الغاية الأساسية من كل معرفة علمية (تطبيقها فيما ينفع الناس)، في حين يؤكد البعض أهمية التحكم هدفا أساسيا من أهداف العلم عبر جعله مقياس رتب العلوم ومعيار تطورها. بحسب هذا المنظور، تتمايز العلوم وفق درجة تحقيقها لغايات النشاط العلمي، فالعلوم الأقل مرتبة هي تلك التي تقنع بالوصف، تليها العلوم التي تنجح في تفسير ما تتقصى

من ظواهر؛ أما العلوم الأعلى مرتبة فتسعى إلى توظيف نظرياتها في السيطرة على مقدرات البيئة. غير أن هذا يعني أن التخصص العلمي لا يبلغ أوجه إلا حين تكون ارتباطاته التقنية - بكل مخاطرها القيمية - أشد ما تكون.

من شأن هذه الأحكام أن تقيم علاقة وثيقة بين التقنية والعلم، وأن تفسر التبجيل الذي يحظى به العلماء بوصفهم مصدر ما يستحدث من تقنيات تعين على تيسير وسائل العيش. ولأنه ما كان للتقنية أن تستحدث أدواتها في غياب نظريات علمية تؤسس لها، لا مناص من التسليم بأن العلم مسؤول (مسؤولية غير مباشرة في أفضل الأحوال) عما تنجزه التقنية، أكانت إنجازاتها نبيلة المقصد أم مدعاة للاحتراز الأخلاقي.

تسهم التقنية بدورها في تعزيز فعالية النشاط العلمي المعرفية عبر تأمين أجهزة للتقصي والتدقيق والضبط لم يكن بمقدور العلماء في غيابها التحقق من كثير من فروضهم ونظرياتهم. وعلى حد تعبير هيو ليسي، فإن التقنية في عصرنا «لا توفر فحسب وسائل أساسية لتقدم الفهم العلمي، بل تكشف عن ظواهر لم تكن معروفة، وقد تؤمّن نماذج يستحيل في غيابها تقصي ظواهر بعينها، وتخلق من ثم المناسبة لتحديد مشاكل نظرية جديدة» [Lacey, 121]. وبوجه خاص، ما كان للثورة الوراثية، التي دشنها مشروع الجينوم البشري، أن تكون ممكنة لولا الوسائل الفعالة التي استحدثتها التقنية، من قبيل مسابر الكشف عن الحمض النووي الريبي منزوع الأكسجين، التي مكنت علماء الأجنة من معرفة التتابع الدقيق لمورثات بعينها واكتشاف الطفرات الجائحة التي قد تتخلل هذا التتابع [ديفس، ٣١١].

يظل التمييز بين العلم والتقنية يزايد بغاية نبيلة، يوظفها أشياعه في تبرير عقده: ألا يتلطخ العلم بالدماء التي تسفح على تروس التقنية، وألا يتحمل أوزار جرائر ترتكبها التقنية، وألا يمتثل لدعاوى ظلامية تناوئ توجهاته. غير أن هناك مسوغا للتشكيك في إمكان تحقيق هذه الغاية، فالعلم أصلا ـ بصرف النظر عن ارتباطاته التقنية ـ موضع اشتباه معرفي وأخلاقي، ما يعني أن هذه الارتباطات لا تسبب له جراحات قيمية (آكسيولوجية) ومعرفية (إبستيمية) جديدة، قدر ما تسهم في تعميق جراحه القديمة.

شبهات إبستيمية

لا مراء في أن العلم أصبح في العصر الحديث أكثر قيمة وتأثيرا في حيوات الشعوب أساسا بسبب إنجازاته التقنية. لم يعد الحديث عن المعرفة العلمية النظرية بوصفها غاية في ذاتها سوى تعبير عن مشاعر رومانسية تركن إلى تصور شائه في العلم. صحيح أن الشبهات الأخلاقية التي تثيرها التقنية تسهم في إرباك العلم بانشغالات قيمية جديدة؛ غير أن فكرة العلم بوصفه نشاطا موضوعيا محايدا وظهرانيا مؤسسة على تصور مثالي لا يعكس أي واقع موضوعي.

أشير بداية إلى قيد معرفي يفرضه المنهج العلمي، رغم أن المفهوم الرائج عند عموم الناس يظل يتوهم تحرر العلماء منه. ثمة عنصر ظني يكتنف النشاط العلمي يستبان في كون أحكامه مؤقتة وقابلة للتعديل المستمر. يرجع هذا إلى أن شواهد العلماء على فروضهم قرائن جزئية لا تستنفد محتوى هذه الفروض. ليست هناك إثباتات في العلم، بل حجج استقرائية تعجز مقدماتها عن ضمان صدق نتائجها. حتى في سياق الإثباتات الاستنباطية، كما في العلوم الشكلية، ثمة صبغة ظنية تتسم بها الأحكام الناتجة، فكل إثبات شكلي يصادر دون برهنة على مسلمات أو افتراضات بعينها. هذا باختصار مفاد ريبة هيوم وبوبر في شرعية الاستقراء وشكوك فريجة ورسل في يقينية الاستنباط.

يعزز هيوم نزعته الارتيابية عبر تحليل مفهوم العلاقة السببية. استهداف العلم تفسير الظواهر إنما يعني أنه يحاول رصد ارتباطات سببية؛ لكن الواقعة لا تكون سببا لأخرى إلا إذا جاورتها مكانا، وسبقتها زمانا، واقترنت بها ضرورة. وفي حين يتسنى عادة التحقق من استيفاء الشرطين الأولين، فإنه لا سبل بشرية تمكن من رصد مثل هذا الاقتران. الحال أن الزعم بقيام اقتران ضروري في هذا السياق مؤسس عند هيوم على حكم العادة، العاجز بطبيعته عن توفير أي دعم إبستيمي. وفق هذا، لا مجال للجزم بصحة أي فرض يقر قيام أي علاقة سببية بين أي حدثين، ما يستلزم أنه يستحيل التيقن من صدق أي نظرية علمية.

على ذلك، يظل التصور الرائج للعلم يثق في قدراته الجزمية ويراهن على إمكان التيقن من صدق ما يخلص إليه من فروض. آية ذلك أننا لا نعدم من يتحدث عن «الحقائق العلمية» المؤكدة، ويقطع بأن العلم قد «أثبت» صحة نظريات بعينها، وأن الرأي العلمي قادر دوما على «حسم» أي جدل. غير أن دأب العلم أن ينكر ما كان رجح من فروض، كما أن مآل نظرياته أن تلقى مصارعها عبر مواجهة وقائع لم تكن أخذتها في الحسبان. التبجيل الذي يحظى به العلماء في الثقافة المعاصرة مؤسس جزئيا على ثقة تحز في غير مفصل، فعقلانية النشاط العلمي لا تكمن في نزوعات ممارسيه الدوجماطيقية بل في استعداداته الارتيابية لتنقيح نظرياته والتنصل منها حال ثبوت ما يخالفها. هذا ما يجعل العلم توجها عقلانيا تنويريا من الطراز الأول.

يندرج مبدأ اللاتحددية، الذي تبناه دوهيم وكواين في سياق معارضة التيار الوضعي، ضمن القيود الإبستيمية التي تفرض على العلم. مؤدى هذا المبدأ أنه يمكن دائما تفسير أي مجموعة من المعطيات الإمبيريقية وفق نظريات مؤسسة على افتراضات مختلفة [Fuller, p, 127]. بكلمات أوضح، الوقائع التي تكشف عنها الطبيعة لا تحدد النظريات التي تفسرها، فهناك دائما عدد لا حصر له من الفروض التي تتسق مع أي حوادث تُرصَد. مفارقة نيلسون جودمان الشهيرة [جودمان، ٤٥٧-٤٦٢] ليست في حقيقتها سوى استثمار لعجز الملاحظات عن تحديد

النظرية؛ وكذا شأن المشروع الفلسفي الذي روج له رايكنباخ وبوبر والقائل بعوز العلم منطقا للكشف [Fuller, p,.114].

أيضا، من ضمن ما يكرس قصور العلم عن تحقيق مطلب اليقين تسليمه بمبادئ يفترض صحتها دون برهنة، كمصادرته على وجود قوانين تحكم الكون، وحكمه بانتظام الطبيعة وثبات ظواهرها النسبي، وتسليمه بتشابه الأنواع الطبيعية. هذه مبادئ عامة يشكك التسليم بها في التصور السائد الذي يقر أن العلم لا يفترض أي شيء ويروم التحقق من كل شيء. فعلى الرغم من أنه ما كان للمشروع العلمي إلا أن يكون ضربا من العبث لولا افتراض العلماء وجود قوانين تحكم ظواهر الطبيعة [Hempel, 45]، فإنه ليس لدى العلماء أي براهين قاطعة على صدق افتراضهم هذا. ذلك أن إثبات أي قانون إنما يتطلب الحصول على شواهد تستنفد كل محتواه، وهذا أمر يستحيل على البشر بسبب تناهي أدلتهم. التقلبات التي تطرأ على العلم بسبب ما يستجد من معطيات إنما توضح كيف أن التواترات التي يحسب العلماء في كل مرة أنها قانونية ليست كذلك.

ينضاف إلى كل ذلك مفهوم الملاحظة المشحونة، الذي يرتاب أصلا في شرعية توظيف أي وقائع إمبيريقية في تعزيز أي نظرية علمية. وفق هذا المفهوم، تتحكم نظرياتنا العلمية جزئيا في طبيعة ما يتسنى لنا إدراكه، ما يشكك في إمكان توظيف هذه المدركات في اختبار صحة ما نخمن من نظريات. وعلى حد تعبير تومس كون، فإن «ما يراه المرء يتوقف على ما ينظر إليه قدر ما يتوقف على خبراته البصرية - النظرية التي سبق له تعلمها» [Kuhn, (2), p. 113]. غير أن تأثير تبني النظرية العلمية في عملية الإدراك إنما يسهم في تقويض مفاهيم أساسية يشتمل عليها التصور الرائج للعلم بوجه عام والتصور الوضعي بوجه خاص. فعلى سبيل المثال، لن تكون هناك «لغة محايدة» تصف ما يُرصَد من وقائع، لأن كل وصف يفترض صحة نظرية أو أخرى؛ ولن تكون هناك «تجربة حاسمة» تنهي عملية التخير بين النظريات، لأنه محتم على كل تجربة أن تصادر على صحة نظريات قد تكون باطلة. أيضا، لن يحوز الحديث عن «التطور العلمي» أي معنى، فمثل هذا التطور لا يكون إلا عبر مراكمة نظريات صادقة تثبتها الملاحظات، والملاحظات لا تقطع بشيء لأنها مشحونة نظريا؛ وكذا شأن الدعوة إلى «توحيد العلوم»، فهي تصادر على حصانة علم الفيزياء، الذي يفترض أن تختزل سائر العلوم إليه، في حين أن شحنة الملاحظات بنظريات بعينها حريّة بأن تلوث بعدواها كل علم يركن إليها.

هناك أخيرا إشكالية تثيرها حقيقة أن طبيعة المعطيات الإمبيريقية المستشهد بها تغاير منطقيا طبيعة النظرية العلمية المستشهد عليها. ذلك أن الأولى خبرة حسية، والثانية كينونة لغوية، ولا سبيل للاستشهاد بالأولى على الثانية إلا عقب اتخاذ قرار ليس ثمة ما يضمن صحته. بتعبير آخر، يستحيل قيام علاقة تدليلية بين الملاحظة والنظرية، فهذه العلاقة لا تقوم

إلا بين قضايا، والملاحظات كينونات سيكولوجية وليست قضايا، ولذا محتم على العلماء اتخاذ قرار بقبول وقائع بعينها تنهض عليها نظرياتهم. هذا هو المذهب الذي يقول به بوبر ويؤثره على نزعة دوهيم وبونكارييه وتومس كون العرفية، بحسبان أن قراراته تطول القضايا الجزئية، في حين تسري قراراتهم على نظريات علمية بأسرها [Gupta, 325, 323]. على ذلك، ثمة اتفاق بينهم على أن هناك قرارات تتخذ، بكل ما تثيره عملية اتخاذ القرارات من ريبة إبستيمية ناجمة عن السمة الاعتباطية التي تتسم بها [الحصادي، ١٦٤-١٦٥].

ريبة مزدوجة

كل هذا على المستوى المعرفي. أما من وجهة نظر قيمية أخلاقية، فيمكن التشكيك في موضوعية العلم وحياده بداية عبر الريبة في التمييز التقليدي بين الوقائع والقيم، الذي يزعم أشياعه أن العلم معني فحسب برصد وقائع في العالم، وأنه خلو من أي أحكام قيمية. هكذا يقر بتنام أن الحدود الفاصلة بين الحكم الواقعي والحكم القيمي ليست حاسمة، وأن التمييز بينهما يحول دون رؤية كيف يتشابك التقويم والوصف ويرتهن الواحد منهما بالآخر [Putnam, 3]. وبطبيعة الحال، فإن هذا التشابك إنما يسوغ الاشتباه في قطعية الأحكام العلمية قدر ما يشكك في براءتها القيمية. الأحكام القيمية بالتعريف ليست تقريرية بل تقديرية، ومن ثم فإنها تظل خلافية ولا تقبل التحقق الجمعي الذي حسب الوضعيون أنه معيار كل فرض علمي.

أما على مستوى الريبة المزدوجة، الإبستيمية والآكسيولوجية، فقد أوضحت دراسات حديثة أنجزت في مجال سوسيولوجيا العلم أنه نشاط قيمي حتى النخاع، وأنه ليس أقل تعرضا للشبهات القيمية منه للشبهات المعرفية. هكذا نجد أن النشاط العلمي يبلغ أوجه عند تومس كون حين تهيمن برادايم بعينها تعد بالقدرة على حل أحاجي توكل إلى الجماعة العلمية مهمة حلها. العلماء مطالبون فحسب بمعالجة المشاكل التي تضمن البرادايم سلفا القدرة على حلها، في رهان مضمون النتائج يتنكب المخاطرة برقبة النظرية. الغاية الأساسية هنا ليست تفسير الظواهر، ولا اختبار مدى صحة النظريات العلمية، ولا حتى تحقيق مقاصد براجماتية، بل الحفاظ على النظرية السائدة في وجه أي وقائع مناوئة. إذا حدث أن واجه العالم وقائع بدا أنها تثبت بطلان نظريته، فله أن يعيد قراءة هذه الوقائع المخالفة، بحيث لا تعود مخالفة، أو يجترح تعديلات آدهوكية، تمكّن من استيعابها، بل له أن يطمس هذه الوقائع أو يعتبرها غريبة على المجال الذي تنتمي إليه نظريته. شيء واحد ليس له أن يبدي شكوكه في صحة عقائده النظرية. ذلك أن الإخفاق في حل أي أحجية إنما يدين المنظّر لا النظرية، والعالم الذي يتهم النظرية حال فشله في حل أحاجيها أشبه ما يكون بالنجار الأخرق الذي يلعن أدواته [Kuhn (2), 6-7, 13-15].

وفق هذا المنظور، العلم مبرر بأصوله البردايمية أكثر منه مبررا بأي تطلعات إنسانية جديرة بالاحتفاء، والعلماء يركزون انتباههم على نظرياتهم إلى حد أنه ليس لديهم إجراء اعتيادي لاعتبار أي تغيرات حاسمة في وجهة البحث. غير أن هذا إنما يلقي بالشبهة في سلامة العلم معرفيا وقيميا في آن. إنه يعني أن العالم لا يعنى كما يجب بالملاحظات التي تناوئ نظريته، وأنه يستسلم لأهوائه ونزوعاته شطر الحفاظ على عقائده البردايمية. أكثر من ذلك، يذهب تومس كون إلى أن قيام العلماء بما يبدو أنه اختراقات معرفية وقيمية لا يعني بحال خيانتهم معايير العلم، بل يشكل في حقيقة الأمر امتثالا لها، لأن العلم لا يتطور ويحقق انتصاراته التقنية إلا بالسلوك على هذا النحو [Kuhn (1), 237].

بالاستجابة أساسا لرؤية كون، أصبحت فلسفة علم ما بعد سبعينيات القرن الفائت أكثر عناية بالاستدلال العلمي الفعلي والبنية التاريخية التي تتخذها التغيرات الطارئة على العلم [Reisch, p. 264]. غير أن هناك من يتبنى مواقف أكثر تطرفا حتى من كون. أشياع النزعة التهكمية يبدون استعدادا مستمرا لرؤية مصالح الأقوياء وراء كل زعم علمي، ورغم اختلافهم حول أمور تفصيلية، فإنهم يجمعون على أن المثل التي تفترضها الوضعية وتطالب بالتأسي بها (الموضوعية، الحياد، الدقة، وما في حكمها) ليست سوى حجاب يخفي وراءه عمليات مشبوهة. الركون إلى «الحقائق» أو «الشواهد» دجل أيديولوجي يشتت الانتباه عن استبعاد جماعة مقموعة أو أخرى، فالعلم أساسا مسألة مصالح، أو مساومة اجتماعية، وهو نشاط لا يحوز أي سلطات معرفية متفردة. هكذا يعد فيرابند بتحريرنا من طغيان مفاهيم «الحقيقة»، و«الواقع»، و«الموضوعية»؛ ويؤكد هاري كولنز أن «العالم الطبيعي يقوم بدور ضئيل في تشكيل المعرفة العلمية»؛ فيما تجادل روث هبرد بأنه «يتعين على العلم السوي أن يؤكد الطبيعة والمحتوى السياسي في العمل العلمي» [هاك].

وفي السياق نفسه، يعرض هيو ليسي حجة قوية على أن العلم مشحون بالقيم، وأنه حين يتخلى عن بعض قيمه فلكي يتبنى قيما غيرها. غاية العلم (فهم الظواهر) لا تؤمّن بذاتها وجهة البحث العلمي، فالسعي وراء هذه الغاية إنما يستلزم تبني إستراتيجيات تتفاعل مع قيم (اجتماعية وأخلاقية خلافية) بعينها، تحدد أنواع النظريات التي يمكن التفكر فيها، وتنتخب أنواع المعطيات التي يتعين على هذه النظريات أن تناسبها. غير أن علاقات النفوذ السائدة قد تحول دون تحقق إمكانات بعينها تسمح بها الطبيعة البشرية. مثال ذلك أن إستراتيجيات العلم الحديث، بتفاعلها مع منظومة قيمية بعينها، هيمنت على الوعي المعاصر إلى حد تهميش المقولات التي يمكن أن يفصح عبرها عن البدائل. وفق هذا، فإن غياب بدائل (تروم تعزيز قيم مغايرة) قد لا يبين سوى أن القيم المسيطرة ضمنت الحول دون مقاربات توظف إستراتيجيات مختلفة، ولذا فإن التحجج بغيابها موضع اشتباه قيمي. على هذا النحو تحول قيم العلم

السائدة دون تفعيل إستراتيجيات بديلة تقيم اعتبارا كافيا للقيم السوسيولوجية (العدالة الاجتماعية) والإيكولوجية (الحفاظ على البيئة) [Lacey, 106]؛ ووفقه يستبان أن النشاط الذي حسب الوضعيون أنه يمثل أوج مراتب الحياد القيمي منحاز إلى قيم دون غيرها.

نخلص من كل هذا إلى أن العلم مشحون أصلا بالقيم، ومشبوه بما يكفي على المستويين المعرفي والأخلاقي. غير أن محاولة دفع الشبهات عنه لا تكون عبر فك ارتباطاته التقنية، فهي آصرة إلى حد يحتم فشل هذه المحاولة، بل بتوسل إستراتيجيات تقنية بديلة تسهم في تفعيل قيم أكثر إنسانية. وبوجه خاص، فإن تورط العلم في بعض الانتهاكات القيمية لا يكفي لشجبه، ما لم تكن هناك أنشطة أو مسارات بديلة أقل اشتباها. وإلى أن تتوافر هكذا بدائل، لا خيار لدينا سوى تحسس الطريق الأنسب في مواجهة ما يثيره العلم من إشكاليات. ذلك أن العلم لا يتبوأ المنزلة المعرفية والقيمية التي يتنزل بسبب إحكامه المنهجي أو طهارته الأخلاقية، بل هو جدير بها إذا ثبت فحسب أنه الأكثر إحكاما من وجهة نظر معرفية والأقل تلوثا قيميا من أي نشاط يستهدف تحقيق أهداف مماثلة.

حسم القضايا الأخلاقية المستثارة تقنيا

أمضيت كل هذا الوقت في تبيان طبيعة العلم الخلافية، وارتباطاته التقنية الآصرة، لأننا غالبا ما نخوض في جدل حول قضايا أخلاقية تثيرها التقنية الحديثة دون دراية بطبيعة العلم النظري الذي أنتجها، أو علم كاف بطبيعة هذه التقنية، أو فهم مناسب للسبل التي يتعين أن يتم عبرها تناول ما تثير من قضايا قيمية. في أحيان كثيرة، نكتفي باستجابات تشوبها العاطفة، أو بالرجوع إلى سلطات نثق دون شواهد كافية في قدراتها على الحسم، ثم لا نجد بعد ذلك غضاضة في الجزم بصحة الموقف الذي نخلص إليه، وقد نذهب إلى حد تكفير من يتبنى أي موقف مغاير. ولكن، ما إن نتفق على أساسيات تأصيلية من الضرب الذي عنيت بعرضه، حتى تصبح مسألة اتخاذ موقف قيمي من القضايا التي تثيرها التقنية مسألة قابلة للنقاش المنفتح، عوضا عن النصح الوعظي والجدل الدوجماطيقي الذي لا يروم سوى استقطاب المزيد من المؤيدين.

وغني عن البيان أنه إذا كانت أحكام العلم النظرية خلافية لأنها موضع اشتباه معرفي وقيمي، فأحرى ألا تكون القضايا الأخلاقية الناجمة عن تقنيات مؤسسة على علم نظري أقل خلافية. الراهن أن الخلافية هنا سوف تكون مزدوجة أو مركبة. علينا إذن ألا نتوقع حسم القضايا القيمة التي تثيرها التقنيات المعاصرة حسما يوصد الباب في وجه المزيد من التقصي، ويصادر حق الأجيال القادمة في الإسهام في حلها. نستطيع التعرف على طبيعة هذه التقنيات، وتحليل المآزق الأخلاقية الناجمة عن استخدامها، وقد يتسنى لنا

قطع شوط أطول شطر إيجاد سبل مناسبة في التعامل معها؛ غير أن هذا في تقديري مبلغ ما نستطيع إنجازه.

من منحى آخر، يتعين ألا نعنى في هذا السياق الفلسفي بتبني موقف محدد من المآزق الأخلاقية قدر عنايتنا بتوضيحها، وتبيان «الحقائق» التي استندت عليها، وعرض المواقف التي اتخذت منها، وكشف الثغرات التي تعاني منها المواقف المتخذة. إن من شأن تناول المشاكل الأخلاقية على هذا النحو أن يسهم في فضح الافتراضات التي نصادر عليها، والتي تفعل فعلها في مواقفنا الأخلاقية، بحيث يتسنى لنا الدفاع عنها، أو التنصل منها، أو تعديلها. ذلك أنه غالبا ما تكون مواقفنا مشحونة بأحكام لا نعيها، رغم أن الاختلاف في المواقف قد يتعين مأتاه في خلاف حول هذه الافتراضات الضمنية.

يتسق هذا مع الموقف السائد الآن في علم الأخلاق. لم تعد نتاجات هذا العلم قائمة أحكام أشبه ما تكون بالفتاوى الدينية، بل غدا معنيا أساسا بتنمية الوعي الأخلاقي والتفكير الناقد في المسائل القيمية. هكذا يقر إزيا برلن أنه «ليس من شأن فيلسوف الأخلاق أن يلزم الناس بأي مواقف، بل من واجبه أن يوضح لهم القضايا والقيم المتضمنة، وأن يعاين البراهين التي تطرح لدعم مختلف النتائج أو مناهضتها، وأن يبين شكول الحياة المتعارضة، وأن يحدد غايات الحياة البشرية المتنافسة والثمن الذي يتعين دفعه نظير كل منها. في نهاية المطاف، ينبغي على المرء أن يقبل المسؤولية الشخصية وأن يقوم بالسلوك الذي يجده مناسبا» [برلن، ١٠٠].

على ذلك، ليست هذه دعوة لتعليق الحكم بشأن القضايا الخلافية التي تثيرها التقنيات الوراثية التشخيصية، أو أي تقنيات أو مصادر أخرى. خلافية القضايا القيمية ليست مدعاة للإحجام عن تبني موقف عملي منها، لأن هذا الإحجام قد يتكافأ مع اتخاذ موقف سلبي دون تحمل عبء تأمين حجج تسوغ تفضيله. مثال ذلك أن من يعلق الحكم في مسألة توظيف المعلومات الوراثية في تدخلات جينية إنما يصادق من دون دليل على الموقف المناهض لمثل هذا التوظيف، ومن ثم فإن موقفه لا يختلف عن موقف المعارض إلا في كونه يحجم عن طرح الشواهد. هذا يعني أننا في الوقت الذي نحجم على المستوى النظري (الفلسفي) عن تبني مواقف محددة من التقنيات الوراثية، ونكتفي بعرض وتقويم مبررات أشياعها وخصومها، فإننا لا ندعو إلى الإحجام عن تبني مواقف عملية (براجماتية)، أقله بحسبان أن تعليق الحكم قد يعبر عن تبن مريح لمواقف الخصوم. ولأنه من خصوصيات المسائل الأخلاقية أنها تشكل مآزق، بمعنى أنها تعرض بدائل يعاني كل منها اختلالات لا مناص منها، يتعين ألا نفترض أن الموقف الذي نتبنى يشكل الموقف الصحيح أو الوحيد، فمجرد كون الخلاف قيميا يتعارض أصلا مع الزعم بصحة أو وحدانية أي موقف أخلاقي.

من منحى آخر، فإن القول بأن الدين يحسم القضايا الأخلاقية في مجتمعنا يجب ألا يثنينا عن نقاشها. فمن جهة ينبغي أن يكون هناك سياق تناقش فيه مثل هذه المسائل دون افتراض أي خصوصيات ثقافية، بحيث تكون موضعا للتداول على المستوى الإنساني. ومن أخرى، فإن الخطاب الديني لا يحسم حقيقة كل القضايا الأخلاقية، وهذا يصدق خصوصا على القضايا التي تثيرها التقنيات الحديثة التي لا عهد للأسلاف بقدراتها الفائقة. إن مبلغ ما يتسنى لهذا الخطاب إنجازه في مثل هذا السياق هو القياس، والقياس يظل من حيث المبدأ عرضة للتشكيك، خصوصا في حالة التقنيات الوراثية، لأن التماثل بين الحالة المقاس بها والحالة المقيس عليها غالبا ما يقصر عن التمام.

المسوح الوراثية مصدرا لقضايا قيمية

توجد المورثات، التي يحتوي جزيء الدنا على ما يقرب من ١٠٠ ألف منها، في نواة كل خلية من خلايانا، وهي أشبه ما تكون بشفرات تصدر تعليمات لكل خلية تحدد كيفية نموها. بتحكم المورثات في إنتاج البروتين تحكم السيطرة على تنظيم العمليات الحيوية. ولأننا مكونون من خلايا، فإن كل ما فينا جسميا وبيولوجيا مبرمج جينيا. تسهم المورثات أيضا في تشكيل العديد من خصائصنا السلوكية، غير أن هذه الخصائص ترتهن إلى حد كبير بالبيئة، وفي غياب الظروف البيئية المناسبة، قد توجه المهارات المؤسسة وراثيا شطر شيء مختلف تماما، وقد لا تستخدم إطلاقا.

في حال عطب المورثات، يؤدي الجسم وظائفه بطريقة غير مناسبة. وعلى وجه الخصوص، تحدث الأمراض الوراثية عندما تفشل الجينات في نقل معلومات صحيحة للبروتينات [سانتور، ٢٨، ١٠٦]. ثمة ما يقرب من أربعة آلاف نوع معروف من الأمراض الوراثية، وقد تم ربط العديد منها باختلالات تطرأ على المورثات. في كاريكاتير نشر في إحدى المجلات الأمريكية، يقول عالم أجنة لزميله «لقد اكتشفت المورثة التي تجعلنا نعتقد أن المورثات تتحكم في كل شيء!»، في إشارة ساخرة إلى أن علماء الأجنة مصابون بهوس التفسير الوراثي لكل الأمراض البشرية. من شأن الدراية بخارطة المورثات البشرية أن تجعل الطب وقائيا واستباقيا في أساسه [فتحي، ٢٥]. مثال ذلك، قد تستخدم المسوح الوراثية في تقدير أرجحية أن ينجب زوجان طفلا يعاني من مرض وراثي. إذا ثبت أنهما يحملان مورثات معطوبة، يمكن حساب فرص نقلهم لمرض وراثي بعينه إلى أطفالهم وفق صيغ مختلفة. أيضا، بمقدور فحوص الموجات فوق الصوتية اكتشاف غرائب جسمية ترتبط ببعض الأمراض الوراثية، وأن تحدد جنس الجنين قبل نهاية الشهر السادس.

التحليل الأميني فحص أكثر دقة للكشف عن الاختلالات الوراثية. يتضمن هذا الإجراء حقن إبرة في الكيس الأميني عند الأم وسحب كمية من السائل الذي يحتويه، بحيث يتسنى

اكتشاف الكثير من الأمراض الوراثية بدقة متناهية. إذا استبين من الفحص وجود عطب وراثي، يواجه الزوجان مأزق التخيّر بين الحفاظ على الجنين أو إسقاطه. ولأن التحليل الأميني يتم في بداية الشهر الخامس، ولا تعرف نتائجه قبل أسبوعين، عادة ما يحدث الإجهاض في نهاية الشهر السادس، ما يعني أنه سوف يكون معقدا وخطرا.

لتجنب الإجهاض المتأخر، يفضل كثيرون استخدام تقنية فحص عينة ذوائب المشيمة (أنسجة متليفة على جدران المشيمة تشتمل على خلايا الجنين)، وهي تقنية يمكن استخدامها في الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل. يتضمن الفحص إزالة جزء صغير من هذا النسيج وفحص خلاياه بحثا عن خلل وراثي. غير أنه قد يسبب عطبا في أطراف الجنين، كما أنه لا يمكّن من معرفة كل الأعطاب الوراثية التي يمكن كشفها عبر التحليل الأميني. على ذلك، فإنه ينافس التحليل الأميني من حيث الدقة نسبة إلى الأمراض التي يكشف عنها. ولأنه يمكّن من إجهاض أبسط وأكثر أمنا، أصبح الاختبار المفضل عند الكثير من الأزواج الساعين لتشخيص أجنتهم [وول، ٧٨٢ - ٧٨٦].

لاحظ بداية كيف تكشف التقنيات الوراثية التشخيصية عن الدور المعرفي الذي تقوم به التقنية في اختبار فروض العلم، في شاهد بيّن آخر على زعم ليسي أن «التطورات التقنية في عصرنا لا توفر فحسب وسائل أساسية لتقدم الفهم العلمي، بل تكشف عن ظواهر لم تكن معروفة». لاحظ أيضا أن التقنية هنا ليست وراثية إلا بمعنى أنها تمكّن من توفير معلومات عن اختلالات وراثية. إنها أداة «للتشخيص» أو «المسح»، أي وسيلة معرفية صرفة. التدخل الطبي الذي قد يثير شبهات أخلاقية إنما يتعين في عمليات الإجهاض، التي لا تستدعي عادة توظيف أي تقنيات وراثية.

التقنيات الوراثية التشخيصية تستهدف إذن تأمين معلومات وراثية قد تلزم باتخاذ قرارات أخلاقية شائكة. تشكل المعرفة هنا مأتى المأزق الأخلاقي، فالجاهل بطبيعة الجنين الوراثية لا يواجه مشكلة اتخاذ موقف خلافي. هذا مثال جيد على المعرفة الآثمة، وقد يشي بأن هناك وسيلة مريحة لتجنب اتخاذ قرارات مقلقة لأسباب أخلاقية أو دينية أو حتى اجتماعية. تكاليف التقنيات الوراثية التشخيصية قد تشكل مبررا آخر لتبني هذا الخيار المريح.

هكذا يبدو لأول وهلة أن المسائل القيمية التي تثيرها المسوح الوراثية حكر على العارفين والأثرياء. غير أن هذا لا يشكك في أهمية المعلومات التي توفرها مثل هذه المسوح، فقد يتسنى من جهة توظيفها في إقناع من يتخذ مواقف مشبوهة على المستوى القيمي. مثال ذلك أنه من ضمن «المعلومات» التي وفرتها هذه المسوح أن ٩٩,٩٪ من الشفرة الوراثية متشابهة بين أبناء الجنس الواحد [ديفس، ٣٣٥]، وقد تشكل هذه «المعلومة» ردا مناسبا على أي دعاوى عرقية قدر ما تشكل دفاعا عن قيمة من أقدس قيمنا الإنسانية، عنيت كون البشر سواسية. من جهة أخرى، تظل المسائل القيمية التي تثيرها المسوح الوراثية جديرة بالنقاش؛ **أولا** لأن التعلل

بالجهل ليس مبررا مقنعا لاتخاذ أي موقف، سيما إذا كان الجهل مسلكا إراديا يحجم قصدا عن السعي وراء معلومات يمكن توافرها؛ **وثانيا** لأن مآل تكاليف التقنيات التشخيصية أن تكون في متناول قطاع أكبر من الأفراد؛ **وثالثا**، وكما أسلفت، فإن تنكب المعرفة في مثل هذا السياق قد يفضي عمليا إلى تعليق الحكم، الذي يتكافأ مع اتخاذ موقف مناهض دون تحمل عناء البحث عن مبررات تدعمه.

هناك سبل مشبوهة تمرر عبرها المعلومات الوراثية إلى الباحثين عنها. يفترض أن يقوم الخبراء الوراثيون بتوفير معلومات، لا توفير نصائح؛ غير أن هناك دراسات عديدة تبين أنه لا وجود لمثل هذه المعلومات المحايدة. بطرق ملتوية، يقوم الخبير بتبليغ رأيه بخصوص القرار الذي يتعين وفق رؤيته اتخاذه من قبل الأبوين [وول، ٨٠٣]. هكذا يتحكم الخبير الوراثي في نوع المعلومات التي يمررها للمعنيين، وقد يوجههم بوعي أو دونه نحو اتخاذ قرار ما كان لهم أن يتخذوه لو تيسرت لهم معلومات أخرى في حوزته. وفق هذا، فإن المعلومات الوراثية مثار جدل أخلاقي أساسا بسبب إثارتها الحاجة إلى اتخاذ قرار مشبوه أخلاقيا، وأيضا لأنها عرضة لتلاعب قد يتم عبر التكتم على بعض منها، أو توكيد أهمية بعضها على حساب بعض آخر.

أفترض أن الريبة المزدوجة التي تثيرها التقنيات الوراثية التشخيصية واضحة بما يكفي، غير أن التذكير بها لن يضير أحدا. هناك بداية الريبة الإبستيمية، وهي تثار على عدة مستويات. «المعلومات» التي يخلص إليها الخبير الوراثي لا تعكس «حقائق» يقينية ملزمة. إنه يرصد ملاحظاته باستخدام أجهزة تقنية مؤسسة على نظريات علمية ظنية بطبيعتها، وقد يكون مآل أي أخطاء تعاني منها النظرية أن تحدث أثرها في دقة هذه الأجهزة. أيضا، فإن ملاحظاته عرضة للتأثر بفروض مسبقة قد لا يعيها أصلا، ما يجعلها ملاحظات «مشحونة نظريا». فضلا عن ذلك، بمقدورنا أن نعتبر رأي الخبير «بردايم» محدودة النطاق تتحكم في انتخابه الوقائع التي يقرر تمريرها إلى المشتبه في حملها جنينا يعاني عطبا وراثيا. لكن هذا يعني أن «الحقائق» التي يخلص إليها المستشار لا تصل برمتها، ولا تصل بشكل محايد.

أيضا، يشكل الموقف برمته حالة عينية لما يريده بتنام من حديثه عن تشابك الوصف والتقويم الأخلاقي. قد لا تكون هناك سبيل بينة ترسم حدا فاصلا بين «ملاحظات» الخبير الوراثي و«آرائه» القيمية، وقد لا يدري هو نفسه ما إذا كانت المعلومات التي يبلغها تقريرية أو تقديرية.

وأخيرا، فإن ما يصل إلى المعنيين من «حقائق» لا يكفي وحده لتحديد الرأي العلمي الصحيح، فضلا عن تحديد الموقف الأخلاقي المناسب. إذا كانت الوقائع الإمبيريقية عاجزة، وفق مبدأ اللاتحددية، عن تحديد الفروض التي تفسرها، فأحرى أن تكون أكثر عجزا عن تحديد موقف قيمي لا شريك له. هكذا، وفي ضوء كل هذه الريبة، لا يتسنى من حيث المبدأ الحديث عن حسم أي قضية أخلاقية يمكن للمسوح الوراثية (أو أي تقنية أخرى) أن تثيرها.

ثمة إشكاليات خاصة تتعلق بالتقنيات الوراثية التشخيصية في السياقات المهنية. لو علمت شركات التأمين بنتائج الاختبارات الوراثية، فقد تستخدمها في رفض منح تأمينات لمن تتضح إصابتهم باختلالات وراثية. هناك أيضا شركات خاصة أو قطاعات حكومية تطلب من عملائها بشكل روتيني معلومات طبية من مختلف الأنواع، وقد تضيف الاختبار الوراثي إلى قائمة طلباتها [وول، ٨٠٣]، الأمر الذي يعرض مستقبل الراسبين في هذا الاختبار إلى خطر إنهاء التعاقد معهم، أو عدم توظيفهم أصلا، بصرف النظر عن مؤهلاتهم المهنية. مثال ذلك، منع كل من استبين عبر المسوح الوراثية أن لديه مرض فقر الدم المنجلي من الالتحاق بأكاديمية القوة الجوية الأمريكية. أيضا راجت في الولايات المتحدة الأمريكية أخيرا دعاوى ضد ما أصبح يعرف بالتفرقة المؤسسة على اعتبارات جينية [السعدي، ص. ١٨٢]، ما ينبئ بأن هذه التفرقة قد غدت ظاهرة تستدعي تشكيل جمعيات أهلية تناوئها.

قد نقول إن من حق شركات التأمين، كما هو من حق القائمين على أي مؤسسة اقتصادية أو حكومية، الحصول على معلومات وراثية توفرها التقنيات التشخيصية. عوز مثل هذه المعلومات قد يجعل شركة التأمين تؤمّن على حياة أشخاص تتهددهم أمراض وراثية وشيكة، وقد تجعل المؤسسة الاقتصادية تتعاقد مع أفراد وتنفق الأموال على تنمية قدراتهم الوظيفية، من دون أن يمهلها موتهم للإفادة من عائدات استثماراتها. ولكن علينا أن نلحظ أن هذا الموقف يفترض أن يكون البعد المادي هو الموجه الوحيد لمثل هذه القرارات، في حين أننا قد نجادل بأن هذه الطريقة في تعامل الشركات مع عملائها أو موظفيها لا تليق بإنسانيتهم، وبأنها تجعل المسوح الوراثية أشبه ما تكون باختبار صلاحية السلع أو معايرة جودتها. قد نجادل أيضا بأنه في مجتمع ذي توجهات اشتراكية، يفترض أن يكون هناك اعتبار لعوامل أقل مادية. ولكن، أليس هذا شأن كل مأزق أخلاقي: أن يعاني كل بديل متاح من اختلالات يبدو أن هناك بدائل أخرى أقدر على تجنبها؟ ألا يبين أيضا أن المصادرات الخفية تفعل فعلها في تحديد طبيعة مواقفنا الأخلاقية، وأن اختلاف هذه المواقف يرجع غالبا إلى خلاف حول ما نفترض صحته دون برهنة (مثال تفضيل نوع بعينه من أنظمة الحكم السياسي)؟

شيء مماثل قد يحدث مع المقبلين على الزواج، حيث تشترط بعض الجهات الرسمية معرفة فصائل دمائهم مخافة وجود أعطاب وراثية قد تؤثر في أجنتهم. وكما لنا أن نتوقع، لن يمر وقت طويل حتى تطلب هذه الجهات مسحا وراثيا كاملا يفضح مستقبل كل مقدم على الزواج، بكل تأثيرات هذا المطلب الرومانسية. البديل أن يخاطر المجتمع بولادة أطفال يعانون عاهات وراثية تكدر عليهم وعلى أسرهم صفو الحياة. مثال ذلك، ماذا لو استبان أن الجنين يعاني مرض يتساك، الذي نادرا ما يعيش المصاب به أكثر من أعوام قليلة، وغالبا ما يعاني خلالها آلاما مبرحة لا تهدأ [الجمل، ص. ١٨٣]؟ في المقابل، إن فكرة أن يكون مستقبل المرء الجسدي،

وربما حتى النفسي، كتابا مفتوحا يطلع عليه الآخرون تظل مأتى قلق ليس أقل مدعاة للكدر.

ترتبط بهذا الأمر مسألة العلم بالأجل، وهي قضية شائكة، ليس فقط لاعتبارات لاهوتية، بل لاعتبارات سيكولوجية لا تقل أهمية. يتكهن كريج فنتر بأنه خلال عقد واحد سوف يحصل والد كل طفل يولد في الولايات المتحدة، قبل مغادرته حجرة الولادة، على قرص مدمج تخزن فيه خصائص وليده الوراثية [ديفيس، ٣٠٧]. ماذا إذن لو صح تكهن فنتر وتمكنت المسوح الوراثية من كشف تفاصيل الأمراض التي تهدد الناس، بحيث تتضح هوية المرض الذي سوف يقضي على الواحد منهم، ومتى يصاب به، ومتى يقضي عليه (على وجه التقريب على أقل تقدير، حتى لا نثير أي حفائظ دينية)؟ ألن تصبح حياة المرء مجرد انتظار لحتف محقق؟ أليس العلم بأن موت المرء سوف يكون وشيكا قمينا بأن يجعل بقية حياته مفعمة بمشاعر الحزن والكآبة؟ ألن يتشابه وضعه مع وضع المحكوم عليه بالإعدام، إلا في كونه لم يرتكب إثما يوجب القصاص منه؟

في المقابل، قد يقال إنه ما أن يتسنى للمسوح الوراثية أن تحرز مثل هذا التقدم، حتى تكون التقنيات الاستنساخية قد بلغت طورا يمكّن من تخليق أجنة لا تعاني أصلا عللا وراثية، وقد يتاح لها على أقل تقدير تخليق «قطع غيار»، لا يرفضها الجسم لأنها خلقت من خلاياه، يمكن استخدامها في استبدال أي مورثات معطوبة.

القضية الأخلاقية الأساسية المرتبطة بإجراء الموجات فوق الصوتية إنما تثار حال استخدامها في اختيار جنس الجنين. بمقدور الزوجين اللذين أنجبا عددا كافيا من الإناث استخدام هذه التقنية في اكتشاف جنس الجنين والقيام بعملية إجهاض إذا اتضح أنه أنثى. الحال أنهما يستطيعان أن يستمرا في المحاولة إلى أن يحصلا على الجنس الذي يفضلان [وول، ٨٠٤]. في مجتمع عرف أسلافه وأد البنات، أليس من المرجح أن يفضل كثير من أبنائه هذا البديل؟

بمقدور المسوح الوراثية أيضا أن تسهم في تحقيق رغبة الأبوين في الجنس الذي يفضلان، بحيث تمنح لمن يشاء إناثا، وتمنح لمن يشاء الذكور. لا ريب أن مسألة التطاول أو التشبه بقدرة القادر هي القضية الأكثر استنفارا للعواطف المناوئة لأي تدخلات جينية من هذا القبيل. قد يجد البعض في هذه التقنية تدخلا في الشئون الإلهية استنادا إلى الآية الكريمة ﴿**هو الذي يصوركم في الأرحام كيف يشاء**﴾ (آل عمران، ٦)، والآية الكريمة ﴿**يهب لمن يشاء إناثا ويهب لمن يشاء الذكور، أو يزوجهم ذكرانا وإناثا، ويجعل من يشاء عقيما**﴾ (الشورى، ٤٩ و٥٠)؛ وقد يعترض آخرون عليها لأسباب تتعلق بالتوازن الطبيعي في نسب الذكور والإناث الذي يتعين الحفاظ عليه صونا للنوع البشري. غير أنه قد يقال إن مثل هذه التدخلات لا تشكل في واقع الأمر تدخلا في مشيئة الخالق، فهي لا تختلف من حيث المبدأ عن تلقيح السحب، الذي لا

يبدو أنه يتعارض مع كون الله منزل الغيث، كما أن التوازن الطبيعي في نسبة الذكور والإناث قد يختل بسبب الحروب، المتخصصة عادة في استلال أرواح الذكور، وقد نحتاج إلى التقنيات الوراثية لإعادة الأمور إلى نصابها.

في المقابل، قد يجد البعض في هذه التقنيات سبيلا لتنكب عامل المصادفة الذي يتحكم في عملية اختيار نوع الجنين، ما يسميه البعض بالروليت الوراثي [نيوسباوم، ١٢٨]، كما أن التحكم في جنس الجنين قد يحول دون الطلاق وتعدد الزوجات، وهما بديلان يلجأ إليهما البعض حال عدم إنجاب ذكور، رغم المشاكل الاجتماعية المركبة التي قد تنجم عن تبني أي منهما.

هناك أيضا السؤال الحاسم والمقلق، ما إذا كان على المرء الذي يكتشف أن جنينه يعاني اختلالا وراثيا أن يتخذ قرار الإجهاض. هذه مسألة أساسية لكنها مركبة والمقام يضيق بالحديث عن حيثياتها وعن الافتراضات التي تصادر عليها حلولها الممكنة، كما أنها لا ترتهن بوجه خاص بالمسوح الوراثية، بحسبان أن الإجهاض، في مجتمعاتنا على أقل تقدير، غالبا ما يتم لأسباب اجتماعية صرفة وليس تجنبا لإنجاب أطفال يعانون أعطابا جينية. حسبنا هنا أن نلحظ أنه كلما كانت المعلومات التي توفرها التقنيات الوراثية التشخيصية أكثر دقة، كان القرار الذي تفضله أكثر عرضة للاشتباه الأخلاقي. بكلمات أخرى، هناك تناسب طردي بين دقة المسوح الوراثية وعمر الجنين، ما يعني أن المرء لا يكون على درجة كافية من التيقن من وجود خلل وراثي إلا بعد أن يكون هذا الجنين قد بلغ سنا يكون إسقاطه فيه محفوفا بقدر كاف من المخاطر الصحية والأخلاقية.

هناك أيضا خشية من أن يكون إسهام المسوح الوراثية في توفير معلومات جينية مجرد خطوة أولى في دهاليز الاستنساخ. الموقف المناوئ الذي يتخذه كثيرون من هذه التقنيات مؤسس غالبا على احتمال أن ينتهي مطافها بمحاولة تخليق بشر، التي تشكل عندهم اعتداء صريحا على الفطرة الإلهية وتحديا بيولوجيا سافرا للفطرة التي خلق عليها البشر [يكن، ٢٠٩].

غير أنه مهما تكن طبيعة المواقف التي نتخذ من أي تقنية، يتعين علينا تجنب أسلوب التعامل معها بالجملة، عنيت استخدام منطق «كل شيء أو لا شيء»، فهذا أسلوب يشي بالفشل في العناية بالتفاصيل والفروق. قد يجادل البعض بأننا ما أن نسمح بالتعرف على طبيعة مورثاتنا عبر المسوح الوراثية حتى تتسنى لنا الدراية بالأجنة التي تعاني اختلالات وراثية، فنشرع في إجهاضها، أو نتمكن من اختيار جنس بعينه، فنمارس عاداتنا الجاهلية بأسلوب عصري، ثم لا نلبث حتى نفكر في تخليق كائنات بشرية ذات قدرات فائقة، وقد تخرج هذه الكائنات عن نطاق السيطرة فتقوم بمسلكيات لا تقرها أعراف أو أديان. هذه حجة تنكر الموقف الذي يفضل تقنية بعينها عبر توكيد الفروق الطفيفة التي تميزه عن موقف أقدر على استنفار المشاعر الأخلاقية. غير أنها ترتكب أغلوطة المنحدر الزلق، التي تنجم عن افتراض أن

خطوات مقترحة بعينها سوف تسبب سلسلة من الحوادث المستهجنة، رغم وجود إجراءات تحول دون وقوع مثل هذه السلسلة [Brown, 87].

وبطبيعة الحال، فإننا بسرد سيناريوهات إرعابية من القبيل سالف الذكر إنما نثبط عزائم الراغبين في تقديم خدمات جليلة للإنسانية. يتعين ألا نتهم أي تقنية بجرائر قد تنجم عن بسط نطاق تطبيقاتها، سيما أن هذه التهمة قد تلزمنا بالتضحية بتقنيات تحمل مضامين أخلاقية نبيلة، مثال الكشف عن اختلالات جينية، تأشيب الحمض النووي بغية إنتاج بروتينات مضادة للفيروسات، حقن جينات في النباتات تجعلها تفرز مواد تقضي على الحشرات التي تهاجمها، تخليق مورثات في البكتيريا تسهم في رتق طبقة الأوزون أو القضاء على المواد التي تلوث البحار. ثمة مستويات عديدة للعلاج الجيني، يقتصر أدناها على استئصال المورثات المعيبة، وتتدرج من عملية زرع مورثات سليمة، إلى إجراء تحسينات تمكّن من تأدية وظائف حيوية جديدة، وصولا إلى إحداث تغيرات وراثية جائحة [الجمل، ١٠٩-١١٢]. غير أن الإفادة من أي مستوى لا يلزم بحال تفعيل سائر المستويات، فهناك دائما بديل إصدار قوانين وتشريعات تحول دون هذا التفعيل. هذا على وجه الضبط مفاد أغلوطة المنحدر الزلق.

تقريظ العلم

وأخيرا، ودرءا لأن يساء فهم ريبتي في العلم على أنها دعوة لتبني سبل أخرى في فهم العالم، أقول إن المآزق الأخلاقية التي تثيرها التقنيات التشخيصية الوراثية وغيرها من التقنيات لا توجب بحال البحث عن نشاط بديل للعلم. إذا كنا على هذا القدر من التخلف على توسلنا بعضا من العلم أداة في حل ما يعرض لنا من إشكاليات، فأي مستقبل نتطلع إليه لو أننا كففنا عن استخدامه. ثم إن العلم، على ارتباطاته التقنية الآصرة، ليس مجرد آلية في إنتاج النظريات والمعدات، بل هو قبل كل ذلك أسلوب بعينه في التفكير لم يعد لمنكره مكان في عالمنا المعاصر.

في نهاية المطاف، يظل العلم بكل اختلالاته المعرفية وارتباطاته القيمية أوثق خيار يمكن له أن يحقق طموحاتنا الإنسانية، ما دمنا حرصنا على تفعيل إستراتيجيات تقنية بديلة تكرس قيما أكثر نبلا. وعلى المستوى المعرفي بوجه خاص، فإن العلم بكل مثالبه أقدر من غيره من الأنشطة التي عرفها الإنسان على مقاربة الواقع وفهم نواميسه. اتسامه بطابع ظني، مناطه عجز ما يستدل به على القطع بصحة ما يستدل عليه، لا يجعله موضع اتهام قدر ما يسهم في تكريس ذات الطابع الإمبيريقي الذي يشكل معلمة نهجه المتفردة. ذلك أن العجز عن الحسم النهائي إنما يوجب الحاجة إلى استشارة الواقع والقيام بتعديل الرؤى (أو رفضها) وفق ما يستجد من اكتشافات. على هذا النحو تصبح صحيفة الاتهام بيان تقريظ، ويغدو ما بدا سبة مدعاة للزهو، فالإخفاق الذي يرمى به العلم إنما يشكل علامة عقلانيته الفارقة.

خلاصة القول إن الريبة في العلم لا تدعو إلى التخلي عنه، بل تسهم في تبيان طبيعته «القيمية» الحقيقية، وتستدعي إبداء الحرص «المعرفي» الكافي في التعامل مع فروضه ومع التقنيات المؤسسة عليها، وتبين كيف أن إقرار ارتباطه بالتقنية لا يلزم بالاستسلام إلى أي دعاوى ظلامية تناوئه، بل يفرض فحسب السعي وراء توظيف تطبيقاته التقنية في تكريس قيم تحوز منزلة أكثر جدارة بالاحترام على المستوى الإنساني، بكل الشحنة القيمية التي يكتنفها هذا الزعم.

المصادر العربية

1 بابيه، البير، دفاع عن العلم، ترجمة عثمان أمين، دار إحياء الكتب العربية، القاهرة، ١٩٤٦.

2 برلن، إزيا، « مقدمة للفلسفة»، في رجال الفكر، تحرير براين ماجي، ترجمة نجيب الحصادي، منشورات جامعة قار يونس، بنغازي، ليبيا، ١٩٩٨.

3 الجمل، عبد الباسط، الجينوم والهندسة الوراثية، سلسلة الفكر العربي لتنوير العلمي، دار الفكر العربي، ٢٠٠١.

4 جودمان، نيلسون، «لغز الاستقراء الجديد»، في: قراءات في فلسفة العلوم، تحرير باروخ بارودي، ترجمة نجيب الحصادي، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٩٧، ص. ٤٥٧-٤٦٢.

5 الحصادي، نجيب، الريبة في قدسية العلم، منشورات جامعة قار يونس، بنغازي، ليبيا، ١٩٩٨.

6 ديفس، كيفن، كسر شيفرة المورثات: الجينوم، المادة الوراثية البشرية، ترجمة ياسر العيتي، مكتبة العبيكات، الرياض، ٢٠٠٢.

7 سانتور، م. أي.، الوراثة ومستقبل الإنسان: المضامين الأخلاقية والقانونية والاجتماعية للهندسة الوراثية، ترجمة زيد شهاب فتحي، منشورات جامعة المختار، البيضاء، ليبيا، ١٩٩٥.

8 السعدي، داود سليمان، الاستنساخ بين العلم والتقنية، دار الحرف العربي، بيروت، ٢٠٠٢.

9 عبد القادر، ماهر، ومحمد مهران رشوان، أساليب البحث العلمي، منشورات جامعة الإمارات العربية المتحدة، الإمارات العربية المتحدة، ١٩٩٥.

10 صالح، عبد المحسن: «التنبؤ العلمي ومستقبل الإنسان، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، رقم ٤٨ ، الطبعة الثانية، ديسمبر ١٩٨٤.

11 فتحي، محمد، التحكم في التكوين الوراثي للإنسان، سلسلة العلم والحياة، ١٣٢، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ٢٠٠٠.

12 كولاتا، جينا، المتنسخة: الطريق إلى دولي واستشراف المستقبل، ترجمة نجيب الحصادي وأبو القاسم الشتيوي، الإدارة العامة للمعاهد والمراكز المهنية، ليبيا، ٢٠٠٠.

13 نيوسباوم، مرتاس، وكاس ر. سونشتاين، الاستنساخ: ما له وما عليه، منشورات دار علاء الدين، دمشق، ٢٠٠١.

14 هاك، سوزان، دفاع عن العلم، ترجمة نجيب الحصادي، المكتب الوطني للبحث والتطوير، ليبيا، قيد الطبع.

15 يكن، فتحي، «التحدي البيولوجي لفطرة خلق الله» في الاستنساخ بين الإسلام والمسيحية، دار الفكر اللبناني، بيروت، ١٩٩٩، ص. ٢٠٩-٢٢١.

16 وول، تومس، التفكير الناقد في القضايا الأخلاقية، ترجمة نجيب الحصادي، المكتب الوطني للبحث والتطوير، ليبيا، ٢٠٠٤.

المصادر الأجنبية

1. Brown, M. and Stuart Keeley, Asking the Right Questions, Prentice Hall, N.J., 2004.
2. Fuller, Steve, Kuhn vs. Popper: The Struggle for the Soul of Science, Columbia University Press, NY, 2004.
3. Gupta Chhanda, "Putnam's Resolution of the Popper_Kuhn Controversy", Philosophical Quarterly, Vol. 43, No. 172, 1993, pp. 319-334.
4. Hempel, C.,"The Function of General Laws in History", in: Readings in the Philosophy of Social Science, Martin, M. & Lee Mclntyre (eds), MIT Press, Cambridge, 1994.
5. Kuhn, Thomas (1), "Reflections on My Critics", in Criticism and the Growth of Knowledge, I. Lakatos & A. Musgrave (eds.), Cambridge University Press, 1970, pp. 237.
6. Kuhn, Thomas (2), The Structure of Scientific Revolutions, Chicago, University of Chicago Press, 1972.
7. Lacey, Hugh, Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding, Routledge, London, 2005.
8. Putnam, Hilary, The Collapse of Fact/Value Dichotomy And Other Essays, Harvard University Press, Massachusetts, USA, third edition, 2004.
9. Reisch, George A., "Did Kuhn Kill Logical Positivism?", Philosophy of Science, Vol. 58, No. 2, June 1991, pp. 264-277.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006

كيف يساهم الموت في الحياة؟

أو الموت الخلوي المبرمج (م. خ. م.): مظاهره وآلياته الجزيئية

أ. محمد الفتى (*)

مقدمة

يعتبر الموت الخلوي المبرمج (م.خ.م./Apoptose) سيرورة خلوية طبيعية لا تقل أهمية عن ظاهرتي كل من الانقسام الخلوي غير المباشر (mitose) والتمايز الخلوي (Différenciation cellulaire)، فهو الآلية الأساسية المراقبة لحجم وظائف المجموعات الخلوية المكونة للأنسجة والأعضاء بصفة دائمة، وهو المحافظ على الاستتباب النسيجي (Homéostasie) داخل الجسم.

ويتدخل كذلك خلال مراحل النمو الجنيني لـ «نحت» (Sculpter) مختلف الأعضاء وتنظيم كل من الجهاز العصبي والمناعي والتكاثر الخلوي وجودة جزيئات الدنا (DNA)...، كما يساهم في الآليات التي تؤمِّن حياة الكائن الحي لاحقا، ويؤمِّن التطور الدوري لأنسجته التي تخضع لدورات هرمونية، بالإضافة إلى مساهمته في تدمير الخلايا المسنة أو المختلة أو التي أصيبت بالتهاب أو سرطان أو بأذى وراثي معين.

إن م.خ. م. عملية لا مركزية منظمة، وظاهرة موت نشطة تساهم خلالها الخلية في هدمها الذاتي وفق برنامج مضبوط ولا يتأثر بمرض أو شيخوخة محتملة. وتتبدى أهمية م.خ. م. في حتمية التخلص من الأنسجة المضرة أو الزائدة أو غير المرغوب فيها، أو التي لم تعد لها

(*) باحث مغربي - أغادير - المملكة المغربية.

وظيفة فسيولوجية، كما هو الشأن بالنسبة إلى «ذيل الجنين» لدى الإنسان والأنسجة التي أتمت دورها خلال بعض مراحل النمو كأنسجة اليرقة (Larve) ربان التحول إلى حشرة كاملة (Métamorphose) والاندثار المباشر للغلاصم والذيل عند الشرغوف (Têtard) وانفتاح فجوات أو فتحات أنابيب الجهاز الهضمي وتشكل الكلى وإعادة تشكيل العظام والغضاريف وغيرها[١].

ومنذ القديم، لم يسجل أي اهتمام للبيولوجيين بالموت الخلوي، ولعل ذلك يرتبط بما للموت في الثقافة الإنسانية من طابع سلبي، حيث يعتبر حدثا غير مرغوب فيه، عكس النشأة والحياة والنمو، خصوصا أن البيولوجي يهتم بحياة الكائنات وليس بموتها. غير أنه مع نهاية القرن ١٩، كشفت بعض الدراسات، لأول مرة، عن موت بعض الخلايا خلال النمو الجنيني وفي أثناء ظاهرة التحول (Métamorphose) عند كل من البرمائيات والحشرات، لكن لم يحدث المخاض الفعلي لمفهوم م.خ.م إلا سنة ١٩٧٢ مع (John.F.Kerr et Andrew.H.Wyllie)[٢]، اللذين أثبتا اختلاف هذا النمط من الموت - على المستوى المورفولوجي - عن نظيره المسمى الموت بالنخر (Nécrose)، وتلاهما هنري هاريس[٣] في منتصف ثمانينيات القرن العشرين، حيث اكتشف مورثات للكشف عن النمو المفرط لتكبحه، فسميت بالمورثات الكابحة للورم (Tumor Supressors Genes). ومع ذلك كان لابد من ترقب التسعينيات من القرن العشرين ليصبح موت الخلايا - باعتبارها تنفذ برنامجها داخليا للموت - موضع اهتمام متزايد، لاسيما بعد الكشف عن ارتباطه العضوي والموضوعي بالعديد من أمراض الانحلال العصبي والأورام والاضطرابات المناعية وغيرها.

ولقد ثبت بالفعل، أن أي اختلال في برنامج م.خ.م. ينعكس سلبا من خلال ظهور سيرورات مرضية معينة، فالتحفيز البالغ لـ م.خ.م. قد يؤدي إلى ظهور أمراض الانحلال العصبي (Parkinson, Alzheimer, Creuztfeldt-Jakob, Choré de Huntington) والأيدز... أما الكبح غير العادي لـ «م.خ.م.» فيفسح في المجال لـ «الخلود الخلوي» (Immortalité cellulaire) مما يزيد احتمال حدوث اختلالات وشذوذات في الجينوم (المجموعة الكروموسومية للكائن الحي) وبالتالي فتح المجال لظهور الأورام الخبيثة والتسرطن... انطلاقا من هذه المكانة والأهمية البارزتين اللتين يتبوأهما م.خ.م. في علوم الحياة، حق لنا أن نطرح تساؤلات مهمة على المستويات الثلاثة التالية:

- **على مستوى الجسم:** ما مجالات تدخل م.خ.م. بنيويا ووظيفيا؟
- **على المستوى الخلوي:** ما الخصائص المورفولوجية المميزة لـ «م.خ.م.؟»، وما أوجه اختلافه عن الموت بالنخر؟
- **على المستوى الجزيئي:** ما الآليات المسؤولة عن إطلاق م.خ.م عند الخلية؟

ما الجزيئات المتدخلة في هذه العملية؟

ما سبل تنظيم آلية م.خ.م.؟

ذلك ما سنعمل على الكشف عنه والتعرف عليه من خلال دراستنا للمحاور التالية لظاهرة الموت الخلوي المبرمج:

١ - ماهيته وأهميته الوظيفية ثم مراحله.

٢ - بعض مجالات تدخله لدى الكائن الحي.

٣ - خصائصه المورفولوجية.

٤ - آليته الجزيئية وتنظيمها الذاتي.

١ - التعريف

الموت الخلوي المبرمج (Apoptose) هو عملية موت مبرمج ونشط وهادئ تقررها الخلية، (عكس الموت بالنخر/ Nécrose الذي يعتبر عملية لا إرادية عرضية) ويتم إطلاقه وتحريضه بفعل عوامل أو إشارات خارجية تنشط المستقبلات الخلوية أو بفعل إشارات داخل الخلية.

لقد ظهر هذا المفهوم للوجود خلال السبعينيات[٤] من القرن العشرين، فالـ «م.خ.م.»، كلمة يونانية الأصل (Apoptosis) تشير إلى سقوط الأوراق إبان الخريف (نهاية = Apo، سقوط = Ptôsis)، ولقد تبناها لاحقا المجتمع العلمي (La communauté scientifique) للإشارة إلى الانتحار الخلوي أو الموت الخلوي المبرمج (م.خ.م/ Mort cellulaire programmée).

وتتضمن عملية الـ م.خ.م. ثلاث مراحل متوالية[٥] كما يلي:

● **مرحلة اتخاذ القرار (Phase de Décision)**، حيث تقرر الخلية الموت إما من خلال عوامل ذاتية (تحريض وحث داخلي)، وإما من خلال إشارات خارجية للموت (تحريض خارجي)، وتُراقَب هذه المرحلة من خلال عدة مسالك أو نظم إشاراتية (Voies de Signalisation).

● **مرحلة التنفيذ (Phase effectrice)** خلالها تتلف الخلية مادتها الوراثية ثم بنياتها البروتينية وتتسم تفاعلات هذه المرحلة بكونها غير عكسية (Irréversible).

● **مرحلة الاندثار أو الهدم (Phase de dégradation)**، وفيها تدمر الخلية نهائيا من دون أن يخلف ذلك أثرا في المحيط الخلوي.

ويتميز م.خ.م. بخصائص ومظاهر مورفولوجية وأخرى بيوكيميائية، بالإضافة إلى تنظيم لا مركزي محكم.

وسوف يتم تناول كل من هذه المراحل ببعض التفصيل لاحقا عند شرح الآلية الجزيئية لهذه الظاهرة.

٢ - بعض مجالات تدخل الموت الخلوي المبرمج لدى الكائن الحي

٢ - ١ - الـ م.خ.م. على مستوى البلاستوسيست (Blastocyste)[٦]:

يبدأ برنامج م.خ.م. في العمل في مرحلة مبكرة إبان تكون المضغة لدى الثدييات، حيث رُصِد نشاطه بتدمير الخلايا الجنينية الأصلية الزائدة أو غير العادية، في مرحلة البرعم المضغي (Bouton embryonnaire) للبلاستوسيست قبل التعشيش، وتجدر الإشارة إلى أن البرعم المضغي يتطور في مرحلة تالية، مكونا وريقتين جنينيتين هما الطبقة الداخلية (Endoblaste)، والطبقة الخارجية (Ectoblaste) التي تنمو بدورها مشكلة وريقة مضغية ثالثة تعرف بالطبقة المتوسطة (Mésoblaste)، ويبرز وسط الطبقة الخارجية تجويف لا يتحقق تكوينه إلا بفعل تدخل عملية م.خ.م. التي رُصِدت في عمق الطبقة الخارجية خلال المراحل المبكرة للتعشيش.

٢ - ٢ - الـ م.خ.م. ونمو الجهاز العصبي[٧]:

أظهرت دراسة علاقة م.خ.م. بالجهاز العصبي لدى الفقاريات، تدخل هذه الظاهرة طيلة مرحلة معينة تدعى مرحلة الموت الخلوي التلقائي أو الفسيولوجي. فقد وجد أن ٥٠٪ من العصبونات لدى الفقاريات تنحل خلال مرحلة ما قبل الولادة (الثلث الثالث من الحمل). واتضح أن ذلك يتم أثناء نمو الجهاز العصبي من خلال م.خ.م. الذي يعمل على إزالة وتدمير الخلايا العصبية غير الناضجة والزائدة وإقصاء العصبونات المتفرقة ذات الارتباط (Synapses) غير العادية أو غير الفعالة.

إن التمركز الموضعي لمختلف بنيات الجسم وتخصصها الوظيفي، إنما ينتج عن التوازن القائم بين كل من قوى التكاثر الخلوي (Prolifération cellulaire) والتمايز النسيجي (Différenciation) و م.خ.م. (Apoptose) (الشكل ١).

٢ - ٣ - الـ م.خ.م. واكتساب القدرة المناعية:

تكتسب اللمفاويات T قدرتها ووظيفتها المناعية (Immunocompétentes) من خلال تدخل م.خ.م. في سيرورة انتقائها أثناء مرحلة النضج داخل الغدة السعترية. وهكذا يُحتَفظ بالكريات اللمفاوية المرغوبة وإقصاء غير المرغوب فيها، وبالتالي فإن ٥٪ فقط من اللمفاويات T غير الناضجة، التي تدخل الغدة السعترية، هي التي تتحول إلى كريات لمفاوية T ذات قدرة مناعية، بينما تُدمَّر ذاتيا بالـ م.خ.م. (Apoptose) للغالبية العظمى (أي ٩٥٪ تقريبا)، وبالمثل تتعرض الكريات اللمفاوية B غير الناضجة، التي تتطور داخل النخاع العظمي، لظاهرة م.خ.م. خلال سيرورة انتقائها.

٢ - ٤ - ال م.خ.م. وتشكل الأصابع :

يلعب م.خ.م. دورا أساسيا في تكون الأطراف لدى كل من الطيور والثدييات، خصوصا خلال تشكل الأصابع وانفصالها عن بعضها، حيث تنمو بداخل نهاية أطراف الجسم المسطحة الشكل في بداية النمو الجنيني، عناصر غضروفية تشكل أصل الهيكل العظمي للإصبع، وفي مرحلة تالية يتدخل م.خ.م. على مستوى الخلايا المتموضعة بين العناصر الغضروفية سالفة الذكر، مما يفضي إلى زوال أنسجة ما بين الأصابع (Mésenchyme Interdidital)، وبالتالي تُشكّل الأصابع وتفرد (Individualisation) (الشكل ٢).

وتجدر الإشارة إلى أن ظاهرة م.خ.م. تكون عند الطيور «كفيات القدم» أقل أهمية فيما يتعلق بالمناطق البيأصبعية، حيث تؤدي إلى تشكل أرجل راحية (من دون أصابع، palmées).

وهكذا تتبدى وظيفة م.خ.م. طيلة فترة النمو الجيني بـ «النحت»[٨] المتدرج للأعضاء المكونة للجسم الحي.

٢ - ٥ ال م.خ.م. وتشكل الأمشاج (الخلايا الجنسية) :

تتشكل الأمشاج الذكرية (الحيوانات المنوية) لدى الثدييات باستمرار على مستوى جدار الأنابيب المنوية التي تحتوي على كل من خلايا Sertoli، والخلايا النابتة في مختلف مراحل تطورها (المنسليات المنوية، الخلايا المنوية، والمنويات)، غير أن جزءا مهما من المنويات يموت بالموت المبرمج وتعمل خلايا Sertoli على التهام بقايا الأجسام الناتجة عن م.خ.م.، أما داخل مبيض الثدييات فيفقد عدد كبير من الخلايا النابتة خلال الحياة في فترتي ما قبل وما بعد الولادة (Vie Preé et post-natale)، فمن بين ٧ ملايين خلية نابتة موجودة بمبيض جنين الأنثى إبان الشهر الخامس من حياته قبل الولادة، يتحول ٤٠٠ إلى ٥٠٠ منها فقط إلى بويضات، أما معظم الباقي فـ «يغربله» بلا رحمة الـ م.خ.م. بهدف تحسين النسل بإصدار أوامر إلى الخلايا الشاذة أو المختلة لكي تنتحر»[٩]. وتحدث هذه الغربلة الطبيعية نتيجة ظاهرة الانسداد الجريبي (Atrésie folliculaire) وفق أحد نمطين للانسداد، حيث يصيب الانسداد الأول الخلية البيضية داخل الجريبات وتحديدا إما مع نهاية نمو الجنين (الطور الحميلي/Stade Feotale)، وإما خلال حياة ما قبل البلوغ (Prépubertaire)، بينما يصيب الثاني خلايا المنطقة الحبيبية للجريبات الجوفية التي تتشكل مع بداية فترة البلوغ. ولا يتم هذان النمطان من الانسداد إلا بفعل م.خ.م. المراقب بدوره من طرف المحيط الجريبي. وفي كل دورة جنسية لدى المرأة البالغة، يتخلص الجريب السائد من ظاهرة الانسداد ليتحول إلى جريب ناضج[١٠]. ويمكن مراقبة برنامج الموت الخلوي هذا على مستوى الجريبات من تحديد عدد الإباضات في كل دورة، وعليه فإن حياة أي نوع جنسي وبقاءه يرتبطان بمدى تطابق عدد الإباضات مع قدرة الرحم وعدد الحلمات لديه. «إن» م.خ.م. للجريبات يدفع المبيض للعمل

ليس إلى أقصى حد من قدراته الوظيفية، ولكن يمكنه من أداء أمثل وفق إمكانات الحمل الممكنة لدى النوع الجنسي وتربيته»[١١].

٢ - ٦ - الـ م.خ.م. والتحول (La métamorphose):

إن التحول عند البرمائيات لا يقتصر فقط على نمو وظهور أعضاء جديدة كالأرجل مثلا، ولكنه يشمل أيضا زوال بعض بنيات مرحلة اليرقة للشرغوف كالذيل (الشكل ٣)، والغلاصم والخط الجانبي (Ligne Latérale) والعصبوني Mauthner اللذين يراقبان عضلات العوم الذيلية (Musculature natatoire caudale). ولا يتم انحلال هذه البنيات اليرقانية إلا بفعل تدخل م.خ.م. الذي يحفز عمله نشاط الهرمونات الدرقية، كما وجد أنه خلال تحول الأسروع (Chenille) إلى فراشة، فإن أغلب الألياف العضلية والعصبية المتحكمة في نشاط الأسروع تتعرض لـ م.خ.م. بفعل تغير تركيز هرمونين اثنين، حيث ينخفض إنتاج هرمون الإكديزون (Ecdyosone) ويرتفع إفراز هرمون الانفقاص (Hormone d’ éclosion).

٢ - ٧ - الـ م.خ.م. والدفاع عن الجسم:

بفعل تدخل م.خ.م. يستطيع الجسم التخلص من العديد من الخلايا المختلة كاختلال الدنا (DNA) لدى بعضها والخلايا السرطانية والخلايا المسنة أو الطافرة أو الشاذة واللمفاويات المنتجة لمضادات الأجسام الذاتية وغيرها. كما يتمكن م.خ.م. من ضبط حجم أو عدد اللمفاويات مع حاجيات الجسم، فبعد الإصابة بالتهاب ما، يرتفع عدد الكريات اللمفاوية بشكل ملحوظ، لكن بعد التحكم في الالتهاب ووقفه، تخضع معظم اللمفاويات المجندة لموت مبرمج باستثناء نسبة ضئيلة هي اللمفاويات النوعية المتخصصة ضد العامل المعدي (لمفاويات «ذاكرة»). وبالنسبة للبلزميات (Plasmocyte) ذات الحياة القصيرة جدا (بضعة أيام)، فلا تلبث أن تموت بالموت المبرمج، أما الخلايا T القاتلة (Naturel Killer/NK) فتخلص الجسم من الخلايا المصابة والمدمرة بالحماة (Virus) أو المتعرضة لسيرورات سرطانية، وتعمل بعض الخلايا المصابة بالفيروس على إطلاق سيرورة الانتحار الذاتي إذا ما اكتشفت أنها مصابة به. وتمثل آلية «الأرض المحروقة» هذه، وسيلة دفاعية فعالة للحد من انتشار العامل المعدي، إلا أن بعض الحمات أو الفيروسات، قد طورت بالمقابل طرقا وإستراتيجيات لمنع حدوث ذلك[١٢]، فيحمل مثل فيروس Epstin-Barr (المسؤول عن داء وحيدات النواة/ Mono-nucléose) مورثتين تعملان على كبح م.خ.م. وهما: المورثة BHFRI (تشبه Bel-2 ولها تأثيرها نفسه)، والمورثة LMP1 التي تطلق إنتاج Bel-2 في الخلية المصابة. أما الفيروس المسؤول عن سرطان عنق الرحم (Papillomavirus) فيحمل مورثة E6، التي يفضي نشاطها إلى هدم البروتين P53. كما أن الأدينوفيروس (Adénovirus) يحمل مورثتين (E1A وE1B) يدفعان إلى تكاثر الخلية المصابة ويحرضان على كبح P53 ، وبالتالي يمكن هذا التأثير المزدوج ذلك

الفيروس من إطالة أمد بقاء الخلية المصابة وتكاثرها، لما فيه مصلحة انتشاره. كما أن بعض فيروسات السيدا تحمل مورثات، تمكنها من إطلاق سيرورة انتحار اللمفاويات السليمة، وبالتالي خلق اضطراب في الاستجابة المناعية وخفضها.

وهكذا تتبدي مجالات تدخل م.خ.م. داخل الجسم، وأي اختلال يطرأ عليه سينعكس سلبا على صحة الجسم واستتبابه (Homéostasie) بظهور سيرورات مرضية متعددة، فغياب تدخله يفسح في المجال لنمو الأورام السرطانية وظهور تشوهات وأمراض وقف المناعة الذاتية... أما تحفيزه الشديد أو ارتفاع وتيرته فيفضي إلى ظهور أمراض أخرى كالإيدز وسداد عضلة القلب وأمراض الانحلال العصبي أو الأمراض العصبعضلية، ويمثل الجدول التالي ملخصا لذلك:

الأمراض المرتبطة بأحد اختلالات عملية الـ م.خ.م. (١٣)

الأنماط	أمثلة	فرط نشاط م.خ.م.	كبح م.خ.م.
• أمراض الانحلال العصبي Neuro-dégénératives	Parkinson, Alzheimer- Sclérose latérale amyortro- – phique ou maladie de charcot مرض التصلب الجانبي والضمور العضلي	+ +	
•أمراض الاختلال المناعي Désordres immunitaires	أمـــراض المناعـــة الذاتيـــة -Auto- immunes الأيدز السكري المرتبط بالإنسولين مرض الدرقية لهاشيموتو	+ + +	+
Ischémie Reperfusion • فقر الدم الموضعي	سـداد – Infarctus du mocarde قلبي – AVC – حوادث العروق الدموية الدماغية	+ +	
Néoplasies • أورام خبيثة	Astro – ورم لمفـاوي – Lymphomes ورم في الجهاز العصبي المركزي – cytomes – ورم كبدي Hépatomes – ورم ڤتاميني – Mélanomes		+ + + +
• مختلفة	شيخوخة أحـد أنواع أمـراض – Alopécies سقوط الشعر	+ +	

٢ - ٨ - الـ م.خ.م. ودورة الانقسام الخلوي:

أوضح العديد من المعطيات التجريبية، أن ارتباط م.خ.م. بدورة الانقسام الخلوي هو ارتباط وثيق نظرا للاعتبارات التالية:

● وجود تشابه مورفولوجي بين خلية في طور الانقسام الخلوي غير المباشر (Mitose) وخلية خلال م.خ.م. من حيث تكثف الكروموسومات وتبعثر مكونات النواة وتفككها.

● عادة ما يلاحظ الـ م.خ.م. في مناطق التكاثر الخلوي، ففي القشرة المخية مثلا، يلاحظ أن العديد من الخلايا العصب ظهارية (Neuroépithèliales) تتعرض للموت المبرمج في مرحلة التكاثر في ارتباط مع سيرورة الانقسام غير المباشر.

● وجود جزيئات تتدخل في كل من مرحلة G1 (من مراحل Mitose)، وكذلك في م.خ.م.

● وجود مواد خلوية مسؤولة عن نشاط مورثات شذوذ الانقسام الخلوي (السرطان) ومحرضة في الوقت ذاته للموت المبرمج.

● إن أي اختلال يصيب كلا من الدورة الخلوية أو سلامة الدنا (DNA) يحفز الـ م.خ.م.

● وجود مواد بروتينية مقاومة للسرطان (Anti-oncogènes) مثل P53 أو P105RB، لها تأثير في كل من الدورة الخلوية وم.خ.م.

● وجود بروتينات منظمة لدورة الانقسام الخلوي (Protéines régulatrices) وترتبط أيضا بـ م.خ.م. كما أن بعض الدراسات ترى أن م.خ.م. لا يمثل سوى دورة انقسام خلوي غير مكتملة أو مجهضة (Avorté).

ملحوظة: يحدث في بعض الأنسجة تناوب دوري بين الانقسام الخلوي غير المباشر والـ م.خ.م.، ففي الغدة الثديية لدى المرأة، يسود التكاثر الخلوي إبان فترة الرضاع وبعد انقضاء هذه الفترة، ينطلق م.خ.م. أما خلال الدورة الحيضية فتمثل المخاطية تكاثرا خلويا مهما متبوعا بالـ م.خ.م. في أثناء الحيض.

٢ - ٩ - الـ م.خ.م. والدورة الرحمية:

يساهم الـ م.خ.م. أيضا في إعادة التكوين الدوري لمخاطية الرحم خلال الدورة الحيضية للمرأة، في غياب الإخصاب، حيث رُصِدَ أساسا بالخلايا المخاطية في بداية المرحلة التكاثرية وخلال المرحلة الإفرازية. كما تخضع الخلايا الظهارية (Cellules Epithéliales) لمخاطية الرحم المحيطة بمكان حدوث التعشيش لعملية م.خ.خ. وذلك لتسهيل انغراز البلاستوسيست في مخاطية الرحم.

٢ - ١٠ - الـ م.خ.م. والشيخوخة:

إن مقدرة كل كائن حي على مواصلة الحياة مرتبطة بتوازن بين سيرورتي كل من التكاثر والموت الخلويين فخلال الشيخوخة، يلاحظ انخفاض عددي كبير في خلايا معظم الأعضاء،

ويعود هذا التناقص الملحوظ إلى انخفاض معدل التكاثر الخلوي ووتيرته من جهة، وفقد بعض الخلايا بفعل تعرضها للموت المبرمج من جهة أخرى، وقد ينتج هذا أيضا عن نقص في عوامل النمو أو البقاء، لا سيما أن ذلك يحدث مع تقدم السن، وعليه فإن توقف نمو كل من الثدي والرحم وضمورهما، خلال مرحلة الظهي ينتج عن الـ م.خ.م. الذي يحدث بدوره نتيجة غياب الهرمونات الجنسية، مثلما يؤدي انخفاض إفراز هرمون الإنتيرلوكين ٢ إبان الشيخوخة إلى تحفيز م.خ.م. بالنسيج اللمفاوي الذي يفضي بدوره إلى تدني القدرة المناعية لدى المسن، وتبقى الشيخوخة مرتبطة أساسا بالفقد المتدرج للدنا بمنطقة دنا التيلوميرات (DNA Télomèrique)، وهي نهايات أطراف الصبغيات، فخلال انقساماتها المتكررة، يمكن أن تفقد بعض الخلايا جزءا من دنا التيلوميرات، (DNA Télomèrique)، وعندما تتجاوز النسبة المفقودة حدا معينا، تتوقف الخلايا عن الانقسام وتدخل في مرحلة الهرم (Sénescence). ويعتبر أنزيم التيلومريز (Télomérase) معوضا لضياع دنا التيلوميرات، ولذا تحتوي الخلايا السرطانية، التي تستطيع التكاثر باستمرار على كميات مهمة منه، وتقوم بتنشيطه بروتينات Bcl-2 المقاومة لـ م.خ.م. مما يجعلها تساهم في مراقبة الشيخوخة الخلوية.

٢ - ١١ - الـ م.خ.م. والسرطان:

قد تنتج بعض السرطانات عن مقاومة فعالة لعملية م.خ.م. فكلما طالت حياة الخلية، زادت الأخطاء المتراكمة في مورثاتها، فسرطان المثانة مثلا، المتميز بنسبة تكاثر خلوي ضعيف، ينتج أساسا عن قصور في آلية م.خ.م. كما أنه تحدث وبكثرة في الإنسان، طفرات للمورثة P53، مما يتسبب في حدوث السرطانات حيث تحول دون حدوث مرحلة ما قبل الميتوكوندريا لتحفيز م.خ.م. الذي ينطلق نتيجة اختلال في جزيء الدنا (DNA)، وتجدر الإشارة إلى أن ارتفاعا في إنتاج Bcl-2 إثر حدوث انتقالات متبادلة بين الصبغيات (Translocation) يعتبر مسؤولا عن ظهور أورام في الأنسجة اللمفاوية.

٢ - ١٢ - الـ م.خ.م. لدى النباتات:

للموت الخلوي المبرمج دور بارز في مختلف أشكال النمو والدفاع لدى النباتات، كتكون حبوب اللقاح وسقوط الأوراق والتحديد الجنسي، وتكون نسيج الخشب (Xylème) الناقل للماء داخل النبات، والحساسية المفرطة إثر إصابة النبات بعامل ممرض. ويتدخل الـ م.خ.م. في جميع هذه الحالات وغيرها من دون أن يختلف عن نظيره الملاحظ لدى الحيوانات (كتكثف الصبغيات وتفكيكها...) وتتم مراقبة الـ م.خ.م. من خلال إشارات من خارج الخلية (Signaux extracellulaires). فخلال نمو المتوك (حاويات حبوب اللقاح/Anthères) مثلا، يعمل حمض الأبسيسك (Acide Adscissique) على كبح م.خ.م. لدى الأبواغ المجهرية. ولا يشكل م.خ.م. الآلية الوحيدة للموت لدى النباتات، بل هناك موت خلوي بواسطة الانحلال

أو الهضم الذاتي يحدث خلال تشكل نسيج البارانشيما الهوائية (Aérenchyme) وفي أثناء عملية تمايز التراكيدات بنسيج الخشب (Différenciation des trachéides) وخلال الهرم.

٣ - الخصائص المميزة للموت الخلوي المبرمج

٣ - ١ - التغيرات المورفولوجية الأساسية بخلية الموت المبرمج:

يتميز م.خ.م. بالهدوء والسرعة، فخلال عدة ساعات تموت ملايين الخلايا من دون حدوث التهابات أو ندب أو جروح على مستوى الأنسجة المعنية. ويتم ذلك وفق سلسلة من التغيرات النمطية المتعاقبة داخل بنيات الخلية ووظائفها تطال بالأساس كلا من السيتوبلازم والميتوكوندريا والنواة بفعل عمليات هضم داخلية. ولعل أهم تلك التغيرات الأكثر تعبيرا ودلالة هو انفصال خلية الموت المبرمج وانعزالها عن محيطها الخلوي نتيجة فقدان قطبيتها (إتلاف هيكل الخلية/ Cytosquelette) ثم تكثف سيتوبلازمها وتقلص حجمها بشكل كبير، ثم يبدأ تفككها بطريقة منظمة، أما نواتها فتتكثف (الشكل ٤)، وتتجزأ الصبغيات في كتل متماسكة بالنواة بفعل تأثير أنزيم الأندونيوكلييز (Endonucléase)، كما يتم تُفكك أو تُفتت الدنا (DNA) إلى عدة قطع متساوية. أما الغشاء السيتوبلازمي فيبقى سليما ومحافظا على تكامله مما يحول دون خروج مكونات الخلية السامة وغيرها إلى المحيط الخلوي، غير أن الدهون الفوسفاتية بالغشاء السيتوبلازمي تفقد قطبيتها وتنفصل جزيئات الفوسفاتيديل سيرين (Phosphatidylsérine) من الطبقة الخارجية للغشاء السيتوبلازمي، مما يمكن البلعميات والخلايا الظهارية وغيرها من التعرف عليها لاحقا ثم هدمها بفعالية كبيرة.

أما الوقائع الجوهرية لـ م.خ.م. فتحدث على مستوى الميتوكوندريا[١٤] انطلاقا من الخلل الناشئ في تفاعلات الطاقة بفعل إتلاف عملية نقل الإلكترونات (-e) وبالتالي جهد الأكسدة/ الاختزال بالخلية ثم اختلال جهد غشاء الميتوكوندريا. وفي النهاية تخضع خلية الموت المبرمج للتفتت إلى عناصر صغيرة تسمى بقايا عناصر الموت الذاتي (Corps Apoptotiques)، قابلة للهضم بواسطة البلعميات الكبيرة أو الخلايا المجاورة (الشكل ٥).

٣ - ٢ - الـ م.خ.م. واختلافه عن الموت بالنخر (الشكل ٦):

يعتبر النخر (Nécrose) موتا عرضيا وسلبيا (Accidentel et passif) على عكس م.خ.م. الذي يعتبر ظاهرة طبيعية متوقعة ونشيطة، وينتج النخر من مسببات مختلفة (جروح - سموم - ضغط - حروق - نقص الأكسجين - عوامل معدية...) يستحيل معها بقاء الخلية حية. ويمثل اختلال الغشاء السيتوبلازمي نقطة الانطلاقة الأولى في الإصابة بالنخر، حيث يعجز عن تنظيم توازنه الأسموزي، كما تنتفخ الميتوكوندريات وتفقد وظيفتها (أزمة طاقة)، يليها

انتفاخ السيتوبلازم الذي ينتهي بانفجار الخلية. ويؤدي هذا الانفجار إلى خروج وإفراغ المحتوى السيتوبلازمي الغني بالوسائط الالتهابية إلى محيط الخلية؛ مسببا قتل الخلايا المجاورة وإطلاق استجابة التهابية موضعية، ومن أهم خصائص النخر ما يلي:

- لم يتم قط الكشف عنه خلال النمو الجنيني.
- لا يخضع لأي تحكم أو مراقبة وراثية.
- يكون دوما ذا أصل مرضي وليس فسيولوجيا.

٤ - الآلية الجزيئية للموت الخلوي المبرمج وتنظيمها[١٥]

٤ - ١ - مراحل الـ م.خ.م.:

لقد مكنت دراسة الآلية الجزيئية للـ م.خ.م. لدى العديد من الخلايا (عصبية - جسمية...) والعضيات (نواة - ميتوكوندريا...) من تمييز ثلاث مراحل أساسية ومتتالية[١٦] كما يلي: (الشكل ٧)

- **مرحلة اتخاذ القرار أو الحث أو التحريض**: وأهم حدث في هذا الطور هو انطلاق سيرورة م.خ.م. نتيجة تحريض المستقبلات الغشائية بمنبه الموت (Signal de mort).
- **مرحلة التنفيذ وتتضمن تسلسلا كيميائيا حيويا** (Cascade biochimique) يمكن إيصال إشارة الموت الخلوي (Signal de mort cellulaire) نحو عناصر الاستجابة الاستقلابية (المنعكسة)، حيث تتلف الخلية مادتها الوارثية وبنياتها البروتينية.
- **مرحلة الاندثار**: حيث تتخذ الخلية خلالها المظهر الخارجي للموت المبرمج (Phénotype apoptotique) نتيجة تدخل أنزيمات هدم البروتينات والدنا وعناصر تنظيم الـ م.خ.م.، وسرعان ما تهضم الخلية نهائيا دون أن يترك ذلك أثرا يذكر.

٤ - ١ - ١ - مرحلة اتخاذ القرار أو حث الخلية على الموت:

يقوم خلالها منبه الموت المبرمج (Stimulus proapoptotique)، سواء كان داخليا (كالأشعة فوق البنفسجية، مواد سامة، نقص الأوكسجين...) أو خارجيا (يُرصَد على مستوى المستقبلات الخارجية) بإحداث انطلاقة مساك التشوير (Voies de signalisation) وتنقسم محرضات أو إشارات الموت المبرمج إلى:

- **محرضات فيزيائية**: مثل أشعة فوق بنفسجية UV، أشعة X، الضغط، الحرارة،...
- **محرضات كيميائية**: مثل مادة الإكتوبوسايد (Ectoposide/مادة تستعمل في التطبيب والمعالجة الكيميائية) وتغير في عوامل البقاء...
- **محرضات بيولوجية**: مثل FasL (Ligand de Fas) أو TNFa، هرمونات... ويرتبط مسلك التشوير في هذه المرحلة بنوع الخلية وطبيعة المنبه المحرض مفضيا في النهاية إلى

تنشيط الآلة الضمخلوية النوعية للموت الخلوي، التي ينشطها أيضا غياب عوامل النمو أو البقاء (Facteur de croissance et de survie) أو ضعف كبير في نسبها بالخلية.

٤ - ١ - ٢ - مرحلة التنفيذ:

تحدث مجرياتها أساسا بالميتوكوندريا، حيث تتغير نفاذية أغشيتها بشكل بارز[١٧]، مما يسمح بانفتاح الثقوب الكبرى للميتوكوندريا (Mégapore أوProes transitoires de proméabilité)، التي تتكون من مركبات متعددة البروتينات تتمركز تحديدا في نقط الاتصال بين غشائي الميتوكوندريا الداخلي والخارجي، ونذكر من هذه البروتينات ما يلي:

ANT ●	(Translocase de nucléotides adényliques ou antipore) وهو بروتين غشائي.
Cyclophiline D ●	بروتين الماتريكس (السائل المائي للميتوكوندريا) وهو قابل للذوبان.
Benzodiazépine ●	وهو مستقبل محيطي.
La porine ●	بروتين الغشاء الخارجي.

يؤدي انفتاح الثقوب الكبرى للميتوكوندريا إلى جعل الغشاء الداخلي نفاذا للجزيئات التي يقل وزنها الجزيئي عن 1500Da، وبالتالي إلى تدهور وتدن سريعين لوظيفة الميتوكوندريا نتيجة انهيار الجهد الكهروكيميائي لغشاء الميتوكوندريا الداخلي من جهة، وانخفاض كميات المركبات المرتبطة بالطاقة مثل ATP وNADH2 من جهة أخرى، كما يفضي إلى طرد كل من الجذور الحرة (Radicaux libres) والكالسيوم (Ca) المخزن في الماتريكس إلى السيتوبلازم.

وهكذا يختل التوزيع الأيوني للمخزون الكلسي (Ca) في الخلية عموما، وفي كل من النواة والشبكة الإندوبلازمية والسيتوبلازم والميتوكوندريا على وجه الخصوص[١٨]. وفي نهاية الأمر ينعدم التوازن في جهد عملية أكسدة - اختزال (Déséquilibre potentiel rédox) داخل الخلية. ومما يحفز ذلك أيضا، انخفاض كمية مادة الكلوتاتيون (glutathion) المختزل وزيادة إنتاج جذور الأوكسجين (O2)، التي تهدم جزئية الدنا (DNA) والبروتينات والدهنيات وتحرر بروتينات الموت المبرمج خارج الميتوكوندريا، لاسيما السيتوكروم س (Cytochrome C) الناقل للإلكترونات في السلسلة التنفسية وAIF (Aptosis-Inducing Factor) والبروكاسبازات (الشكل ٨).

ويحدد هذا الانهيار المبكر والإتلاف المخل ليمتوكوندريا بنية ووظيفة، نقطة اللاعودة في سيرورة م.خ.م. (Point de non retour).

٤ - ١ - ٣ - مرحلة الاندثار أو الهدم:

وتشمل مجموعة التفاعلات الضمخلوية التي تلي مرحلة التنفيذ وتفضي مباشرة إلى تغيرات مورفولوجية ملحوظة في الخلية التي تخضع لـ م.خ.م.، وتلعب الكاسبازات (Caspases) دورا محوريا في هذه المرحلة.

٤ - ١ - ٣ - ١ - الكاسبازات:

تمثل الكاسبازات منظومة من البشائر الأنزيمية، ينشّط بعضها البعض بصفة تناوبية ومتسلسلة وهي أنزيمات هدم البروتينات (بروتيازات) نوعية لحمض الأسبارتيك (Ac. Aspartique)، تكون في الحالة العادية خاملة (Forme inactive) داخل الخلية وتدعى بادئ الكاسباز (Procaspase)، غير أن وصول أي إشارة لـ م.خ.م. يؤدي إلى تنشيطها، مما يسمح بانفصامها وتحرير جزئها الطرفي الحامل لمجموعة الأمين (NH2) والمسمى البرودومين (Prodomine)، أما جزؤها الحامل لـ COOH (مجموعة الكاربوكسيل، Carboxyterminale) فيشكل الكاسباز المنشط (Forme active). ولقد مكنت بعض الدراسات والأبحاث من تحديد ثلاث فصائل فرعية من الكاسبازات لدى الثدييات[١٩]:

* Caspase3 (CPP32)	* Caspase2 (ICH1)	* Caspasel (ICE) IL-Ib Converting anzyme

وتوجد الكاسبازات بصفة دائمة داخل الخلية في حالتها الخاملة (inactive)، وبمجرد وصول إشار الموت المبرمج، يتم تنشيطها ككل، الواحدة تلو الأخرى، وفق ترتيب وتسلسل معين يدعى (Cascade d'activation) وبموجبه يحفز منتوج كل تفاعل التفاعل الذي يليه وهكذا دواليك...

ملحوظتان:

- في بعض الحالات، قد يحدث م.خ.م. من دون تدخل الكاسبازات، ونتحدث في هذه الحالة عن الموت الخلوي غير المرتبط بالكاسبازات (Mort cellulaire caspase indépendante).
- عموما يمكن تقسيم الكاسبازات إلى نوعين:
- الكاسبازات البادئة (Caspases Initiatrikces: ٢، ٨، ٩، ١٠، ١٢).
- الكاسبازات المنفذة أو المؤثرة (Caspases effectriecs) ويتم تنشيطها من طرف الكاسبازات البادئة فتصبح كاسبازات قاتلة مثل كاسباز ٣.

٤ - ١ - ٣ - ٢ - وظائف بروتينات الموت الخلوي المبرمج المحررة من الميتوكوندريا (Cytochrome C والبروكاسبازات وعامل AIF):

يتموضع السيتوكوروم C (وهو بروتين ملون، chromoprotéine) في الحيز ما بين غشائي الميتوكوندريا، ونظرا إلى قدرته الفائقة على الانتشار على سطح الغشاء الداخلي

للميتوكوندريا، فإنه يتدخل في نقل الإلكترونات على طول السلسلة التنفسية، أما بعد تحريره من الميتوكوندريا فإنه يعمل على تنشيط بادئ الكاسباز ٩، مع عامل مساعد (Cofacteur) يسمى أباف ١ (Apaf1)، ليشكل الجميع مركبا يدعى الأبوبتوزوم (Apoptosome) يسمح بالتنشيط المتوالي لكل من الكاسبازات ٣ و٦ ثم ٧، ويؤدي هذا إلى هدم النواة وتفتيتها.

وتجدر الإشارة إلى أن هذه المرحلة تستمد حاجتها من الطاقة من جزئيات الـ (ATP) من بعض الميتوكوندريات التي مازالت تحتفظ بوظيفتها التنفسية.

خلال تغيير نفاذية غشاء الميتوكوندريا، يُطلَق أيضا بروتين للموت المبرمج إلى الخارج، عبر الثقوب الكبرى ويدعى هذا البروتين AIF (Facteur Induisant L'Apoptose)، حيث يتراكم في النواة ويعلب دورا بارزا في تفكيكها وذلك بتكثيف الصبغيات وتفتيت جزيئة الدنا (DNA). ولقد أثبتت بعض التجارب أن إضافة AIF إلى أنوية معزولة أدت إلى إتلاف جزيئات الدنا بها وتقطيعها، كما تسمح بإفراز جزيئات الفوسفاتيديل السيرين (PhosphatidyL serine) على الطبقة الخارجية للغشاء السيتوبلازمي الخلوي، مما يشير إلى قدرة الـ «AIF» أيضا على إطلاق سيرورة م.خ.م. في استقلالية تامة عن الكاسبازات.

٤ - ٢ - تنظيم عملية الموت الخلوي المبرمج

٤ - ٢ - ١ - الكشف عن المورثات المراقبة لـ م.خ.م.:

تعتبر الدودة الخيطية (Caenorhabditis elégans) نموذجا وراثيا مفضلا في دراسة الباحثين في علم الوراثة، نظرا لشفافيتها ومحدودية مورثاتها (١٤٠٠ مورثة فقط مقابل حوالي ٤١٠ × ٣ مورثات عند الإنسان)، ولقد مكنت الدراسات المنجزة على هذا النموذج[٢٠]، من الكشف عن وجود برنامج وراثي يراقب الموت الخلوي ويتحكم في حدوثه.

تتكون الدودة الخيطية من ١٠٩٠ خلية في مرحلة اليرقة (Stade larvaire) ولا تبقى منها سوى ٩٥٩ خلية في طور النمو الكامل، مما يعني تعرض ١٣١ خلية للموت المبرمج، وللبحث عن المورثات المسؤولة عن ذلك، عوملت هذه الديدان في مرحلة نموها الأولى بمواد مطفرة (Mutagénes) لكبت تعبير المورثات المستهدفة (المتحكمة في موت الـ ١٣١ خلية بالموت المبرمج)، وهكذا مكنت تجارب إحداث الطفرات هذه، من تحديد المورثات المتحكمة في م.خ.م. حيث يؤدي تدميرها إلى عدم حدوثه بالمرة. لذلك سميت هذه المورثات بـ «مورثات الموت الخلوي» CED (Cell Death Génes)، أما في الإنسان فقد تم الكشف عن مورثات مماثلة، منها ما هو محفز لـ م.خ.م. ومنها ما هو مقاوم له!

بعض المورثات المراقبة للموت الخلوي المبرمج[٢١]

وظيفة البروتين	المورثة		
	عند الثدييات		لدى C.Elégns
Caspases (aspartase à cystéine)	كاسبازات ٩، ٣، /Casp. 9,3...		● Ced-3
منشط للكاسباز	Apar-1, FADD...		● Ced-4
منظم لانفتاح القنوات وتثبيت الجزيئات المحرضة للـ م.خ.م. على الأغشية بداخل الخلايا.	محرضة للـ م.خ.م.: Bax, Bak...	مقاومة للـ م.خ.م.: Bcl-2, BclXL	● Ced-9
كابح للبروتينات المقاومة للـ م.خ.م. من فصيلة Bcl2/Ced-9	Bik, Bad....		● Egl-1´
كبح الكاسبازات	c-IAP2; c-IAP1		–
كبح IAP	Smac/Diablo		–

٤ - ٢ - ٢ - العوامل الخارجية المنظمة للـ م.خ.م.:

تتم مراقبة م.خ.م. انطلاقا من المحيط الخلوي، فالإشارات الواردة من خارج الخلية ومستقبلات الغشاء السيتوبلازمي تعملان دوما على تحديد مصير كل خلية، إما نحو الموت وإما نحو البقاء، وتمكن الإشارة إلى بعضها مثل: عوامل NGF وبعض الهرمونات وTNF، ثم Ligand de Fas، وسوف نتناول كلا منها فيما يلي ببعض التفصيل:

٤ - ٢ - ٢ - ١ - عوامل تغذية العصب (Facteurs Neurotrophiques/NGF):

يراقب الموت المبرمج للعصبونات في الغالب نوعية محددة من عوامل غذائية متقهقرة (Facteurs trophiques rérogrades Spécifiques)، يتم إفرازها بنسب محدودة من طرف خلايا الهدف لمنطقة الأعصاب (Territoire dinnervation). وترتبط حياة الخلايا العصبية بقدرتها على تأمين كمية كافية من العوامل الغذائية للعصب، أي أنها تدخل في تنافس قوي على نسبة محدودة من عوامل البقاء حيث تبقى الفئة المستقبلة لـ NGF على قيد الحياة، بينما تموت غيرها بالموت المبرمج. (الشكل ٩).

٤ - ٢ - ٢ - ٢ - عامل النخر الورمي (Facteur de/Tumor nécrosis factor/TNF nécrose tumorale):

وهو سيتوكين (Cytokine) تفرزه البلعميات النشطة واللمفاويات T في حالة الاستجابة المناعية، إلا أن دوره، لا يقتصر على حالات الالتهابات، بل يشكل عاملا فاعلا في مراقبة م.خ.م. حيث يساهم في التخلص من الخلايا الطافرة والسرطانية والشاذة ذات الخطورة الكامنة

للجسم. وهناك شكلان لعامل النخر الورمي، إما شكل غشائي وإما شكل قابل للذوبان، ينتج عن انفصام عامل النخر الورمي الغشائي. أما مستقبلات عامل النخر الورمي (TNF)، فهي: مستقبل ١ (TNFR1)، ومستقبل ٢ (TNFR2)، وينتميان إلى فصيلة متطورة للمستقبلات الغشائية، وينتسب إليها أيضا كل من P75LNTR وFas (يسمى أيضا CD95 أو APO-1). وتضم كل هذه المستقبلات السابق الإشارة إليها في طرفها الضمخلوي جزءا وظيفيا (motif)، يسمى «منطقة الموت» (Deat domain/DD)، التي توجد في العديد من البروتينات السيتوبلازمية مثل TRADD (TNF receptor associated death Domanie protein) وFADD (FAS receptor) associated death Domaine protein). ويمكن جزء DD البروتينات المحتوية عليه من التفاعل فيما بينها لتحويل الإشارات المؤدية إلى م.خ.م.، وهكذا يؤدي اتحاد عامل النخر الورمي (TNF) بمستقبله الغشائي TNFR1 إلى ارتباط وتفاعل مركبهما بالبروتينات FADD وTRADD، وبالتالي تمكين جزيء FADD من تنشيط البروكاسباز ٨ من خلال انفصام بروتيوليتيكي (Clivage protéolytique)، مما يطلق عملية التنشيط المتسلسل لباقي الكاسبازات، مفضيا إلى المرحلة النهائية للموت المبرمج للخلية الهدف. مما سبق يتضح أن لعامل النخر الورمي (TNF) قدرة على حفز الموت المبرمج لبعض الخلايا، غير أنه يكون في بعض الحالات كابحا لموت خلايا أخرى، بمنع تحفيز سيرورة م.خ.م.

٤ - ٢ - ٢ - ٣ - هرمونات مراقبة الـ م.خ.م.:

لبعض الهرمونات تأثير تحفيزي للأبوبتوز، كما هو الشأن بالنسبة للهرمون الدرقي خلال تحول البرمائيات (Métamorphose). أما البعض الآخر فله تأثير مثبط للـ م.خ.م. كهرمون EPO (Erythropoitin)، الذي يفرز من طرف الكلية إثر نقص الأوكسجين (Hypoxie)، ويتمثل دوره في رفع عدد الكريات الحمراء، وذلك بمنع موت بشائرها (Effet antiapoptotique)، وتلعب بالمثل الهرمونات الجنسية (الجسفرون والأستروجينات) دورا مماثلا، من خلال المحافظة على خلايا مخاطية الرحم، حيث يؤدي الانخفاض المفاجئ في إفرازها إلى إطلاق عملية م.خ.م.

٤ - ٢ - ٢ - ٤ - Ligand de Fas ومستقبلاته:

يجري إنتاج Ligand de Fas من طرف اللمفاويات Tc وكذلك الخلايا NK القاتلة الطبيعية (natural killer)، وتحديدا من غشائها السيتوبلازمي (mFasl)، حيث يعتبر مسؤولا عن سمية (cytotoxicité) هذه اللمفاويات للخلايا المستهدفة. (الشكل ١٠)

أما المستقبل Fas، فيتم إنتاجه من طرف العديد من الخلايا، وتجدر الإشارة هنا إلى أن اللمفاويات Tc تنتج في مراحل حياتها الأولى mFasL، لكن سرعان ما تنتج المستقبل Fas (أو CD95 أو APO-1) بعد استكمال دورها، مما يجعلها عرضة للهدم الذاتي لاحقا.

وتحول هذه الآلية دون ظهور جروح نسيجية ثانوية بفعل الوجود الدائم أو المستمر للمفاويات Tc المنشطة.

ويتدخل (Ligand de Fas) أيضا في موت خلايا المنطقة الحبيبية والخلية البيضية خلال الانحلال الجريبي (Atrésie folliculaire)، كما يرتبط بالالتهاب الكبدي الحاد ذي الأصل الفيروسي، أو الناتج عن الاستهلاك الكبير للكحول، حيث يتميز بعملية م.خ.م ضخمة، تصيب الخلايا الكبدية التي يحتوي غشاؤها السيتوبلازمي على المستقبلات Fas، في حين يغيب العامل Ligand de Fas في الحالات العادية بالكبد. إلا أنه في وجود الكحول، يتم تحفيز وإنتاج العامل (Ligand de Fas) من طرف الخلايا الكبدية، مما يفضي إلى هدمها ذاتيا، كما يتسبب وجود فيروس الالتهاب الكبدي في تنشيط اللمفاويات T التي تفرز العامل (Ligand de Fas) مما يؤدي أيضا إلى التدمير الذاتي للخلايا. وتجدر الإشارة هنا إلى وجود شكل آخر للعامل (Ligand de Fas) قابل للذوبان (SfasL) في حالة انفصاله عن الشكل الغشائي (mFasL) تحت تأثير أنزيم (Mételloproteinase)، غير أن ذلك الشكل له تأثير كابح للـ م.خ.م. وهكذا يتضح أن الخلايا المستهدفة تموت بفعل الآلية المنطلقة بفعل (mFasL)، إلا أن ذلك يمكن كبحه بانفصال (SfasL)، مما يحد من تأثير (mFasL).

٤ - ٢ - ٣ - العوامل الداخلية المنظمة للموت الخلوي المبرمج:

تمثل الميتوكوندريا المركز الرئيسي للطاقة في خلية الكائنات ذوات النواة الحقيقية التي تتنفس هوائيا (Eucaryote aerobie) فضلا عن كونها المنظم الأول للـ م.خ.م.(٢٢)، فهي لا تكتفي بإطلاق سيرورة م.خ.م. عبر تغيير نفاذية الغشاء ثم فتح القنوات الكبرى لتحرير جزيئات متعددة...، ولكنها بالإضافة لذلك تراقب سيرورته من خلال بروتينات منظمة، هي فصيلة Bcl-2. (الشكل ١١).

٤ - ٢ - ٣ - ١ - فصيلة البرتينات Bcl2:

يعتبر البروتين Bcl2 أحد عوامل البقاء الخلوي (Survie cellulaire) بسبب تأثيره الكابح للـ م.خ.م. ويتمركز موضعيا على غشاء كل من الميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية

Famille Bcl-2 فصيلة			
Sons famille فصيلة فرعية	Bcl-2	Bax	BH3
	Antiapoptotique/مقاومة للـ م.خ.م.	Proapoptotique محفزة للـ م.خ.م.	
	Bcl-2, Bcl-XL, Bcl-w, Hcl-1, Al, CED-9, EID-19k	Bax, Bak, Bok.	Bik, Hrk, Bad, Bid, EGL-1

المحببة والنواة [٢٣]. وقد أمكن حتى الآن تحديد ١٥ بروتينا سيتوبلازميا تنتمي لفصيلة Bcl2 نذكر منها:

ويعمل بروتين Bcl2 في الحالة العادية على حماية الخلية من الموت المبرمج بكبح خروج السيتوكروم C (Cytochrome C)، وبالتالي منع تنشيط الكاسبازات، أما في حالة الموت المبرمج فإن دور الـ Bcl2، يتم كبحه بواسطة P٥٣، مما يسمح بخروج السيتوكروم C من الميتوكوندريا، فتتوقف السلسلة التنفسية عن وظيفتها، بينما تنشط الكاسبازات.

ملحوظتان:

- يرتبط بقاء الخلية أو موتها، بنسبة وجود هذه البروتينات، فالإفراط في نسبة Bax وBad، يحفز الموت، بينما تفضي الزيادة المهمة في كمية Bc12 أو Bcl-XL إلى بقاء الخلية وكبح موتها المبرمج.
- تحتوي بعض الفيروسات على مورثات لإنتاج البروتينات كابحة الموت المبرمج، فحمة الأدينوفيروس (Adénovirus) مثلا تمتلك البروتين E1b-19k الذي يمكنها من كبح م.خ.م. المنطلق من طرف الجهاز المناعي داخل الخلايا المصابة.

٤-٢-٢-٤ - تنظيم عمل بروتينات فصيلة Bcl2:

يتم هذا التنظيم على عدة مستويات: فخلال مرحلة النسخ (Trnscription) أو ما بعدها، يعمل البروتين P53 (يعتبر حارسا للجينوم) على خفض معدل نسخ المورثة Bcl2، ويعمل بالمقابل على تحفيز نسخ المورثة Bax، مما يمكن من التخلص من الخلايا الورمية من خلال تنشيط عملية موتها المبرمج، ومن جهة أخرى يحفز NGF إنتاج Bcl-2 في بعض الأنماط الخلوية (لمفاويات B«ذاكرة»، Mélanocyte، الخلايا الحبيبية للمخيخ)، مما يقوي من التأثير المقاوم للـ م.خ.م. الذي يمارسه NGF على الخلايا، وقد وجد أن موت الخلايا الجريبية المبرمج إنما يقع تحت تأثير المورثة Bax؛ إذ يلاحظ ارتفاع مهم في تعبير هذه المورثة خلال الانحلال الجريبي، بينما يتقلص تعبيره عند استعمال الهرمونات المنسلية. وتجدر الإشارة في هذا الخصوص إلى أن نشاط بروتينات هذه الفسيلة يمكن أن يتقلص بفعل تأثير أنزيمات هادمة للبروتين (بروتيازات Protéases) تعمل على انفصامها (Clivation)، وبالتالي تعطيل نشاطها، وعليه فالبروتين Bcl2 يتعرض لانفصام من أنزيم هادم (بروتياز VIH-1/ حمة فقدان المناعة الإنسانية - ١) على مستوى اللمفاويات المصابة من فيروس ارتجاعي (Rétrovirus)، مما يفسر موت هذه الخلايا اللمفاوية. بالإضافة إلى ما سبق، فإن البروتين Bcl-2 قد يقاوم بعض الظواهر المميزة للـ م.خ.م. مثل انعدام تماثل الغشاء السيتوبلازمي (Asymétrie) والتغيرات المتعلقة بتوزيع الأيونات داخل الخلية، كما يقاوم تنشيط بعض الكاسبازات. ويمكن أن تكون له وظيفة مقاومة للأكسدة (Anti-oxydante)، مما يحافظ على جهد عملية أكسدة -اختزال (Potentiel rédox) بداخل الخلية.

ويحول Bcl-2 أيضا دون خروج السيتوكروم C وAIF من الميتوكوندريا، ويقاوم انهيار الجهد الكهروكيميائي لغشاء الميتوكوندريا الداخلي.

كما ان باستطاعة البروتينات Bcl2 وBax تكوين قنوات خاصة في غشاء الميتوكوندريا، مما يمكن من تنظيم تغيرات نفاذيته التي تحدث خلال المرحلة التنفيذية. وهكذا ف Bcl2 وBax يلعبان دورا بارزا في تكون وعمل الثقوب الميتوكوندرية الكبرى بالتحكم في التدفق الأيوني المؤثر في فتح أو إقفال هذه الثقوب.

وإجمالا، ونظرا إلى تعدد تأثير بروتينات Bcl2، فإنها مسؤولة بدرجة كبيرة عن تنظيم المرحلة التنفيذية لـ م.خ.م.، وأي إفراط في التعبير الوراثي (Surexpression) لـ Bcl2 يؤدي إلى منع التغييرات الإجمالية لنفاذية غشاء الميتوكوندريا مما يحول دون وقوع التغيرات الميتوكوندرية التي تسبق م.خ.م. وبالمقابل فإن كل إفراط في إنتاج Bax يحفز تغير نفاذية غشاء الميتوكوندريا.

٤ - ٢ - ٣ - ٣ - P53 «الملاك» الحارس للجينوم(٢٤):

يعتبر البروتين P53 عامل نسخ (Facteur de transcription) نووي يراقب تكامل (Intégrité) تركيب الخلية ويفحص سلامتها باستمرار، فبمجرد إصابة جزيء الدنا باختلال كبير أو ضرر بارز (كسر أو انفصام...) يتعرف P53 على هذا الشذوذ ويقوم بتحفيز مورثات تعمل على إبقاء (٢٥) الخلية في المرحلة G1 من دورة الانقسام الخلوي (Blocage de cycle ecllulaire)، حتى تمكنها من تصحيح الاختلال المرصود، فإذا عجزت، تقوم بإطلاق الموت المبرمج، لذلك سميت بـ «الملاك الحارس للجينوم» (الشكل ١٢).

أما عن كيفية عمل P53، و مستوى تدخلها، فيتحدد أن في العمل على الحد من نسخ المورثة Bcl2 وتحفيز نسخ المورثة Bax، كما تساهم في تقوية إحساس الخلية بإشارات الموت من خلال تحفيز نسخ Fas (مستقبل إشارة الموت).

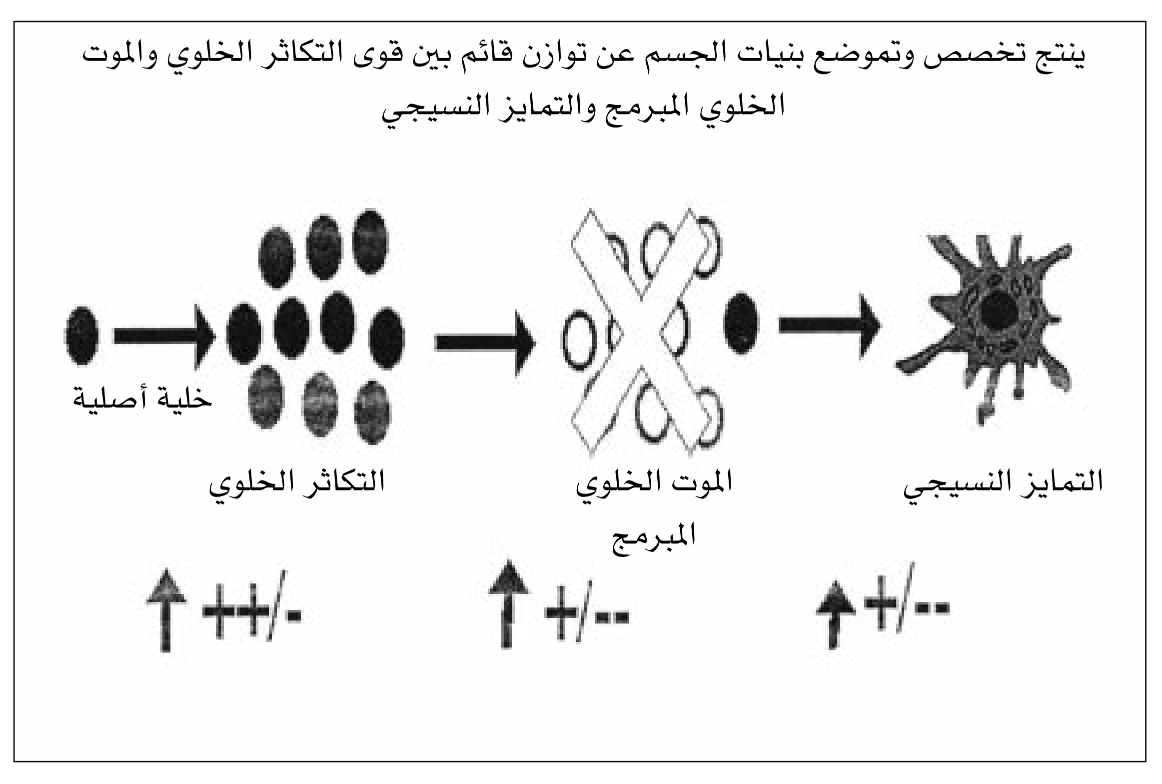
٤ - ٢ - ٣ - ٤ - البروتينات IAP وكابحاتها Smac/Diablo:

أظهرت بعض الدراسات التي أنجزت على كل من الحشرات والثدييات، وجود فصيلة أخرى من البروتينات تسمى IAP (Inhibitorsx of Apoptosis Proteins) تكبح حدوث م.خ.م. عن طريق الارتباط المباشر بالكاسبازات البادئة والمنفذة والحيلولة دون تنشيطها (٢٦)، إلا أن عناصر هذه الفصيلة نفسها، تقع تحت مراقبة مباشرة من بروتينات أخرى تدعى Smac/ Diablo تنتجها الميتوكوندريا، حيث تعمل بعد خروجها على تحرير الكاسبازات من تأثير IAPs (الشكل ١٣).

خاتمة

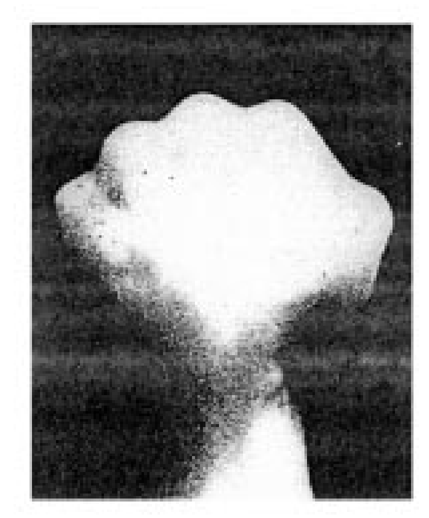
إن الموت الخلوي المبرمج (Apoptose) ظاهرة أساسية وضرورية لحياة الكائنات الحية متعددة الخلايا، سواء خلال مراحل النمو الجنيني أو لدى الكائن الراشد، ولعل أحد أهم أدوار م.خ.م. هو تحقيق الاستتباب النسيجي الداخلي (Homéostasie) فضلا عن التخلص من الخلايا المختلة أو الضارة، أو التي أصبحت تشكل خطرا على حياة الكائن.

وهكذا، غيَّر ظهور مفهوم م.خ.م. النظرة إلى العلاقة بين الموت والحياة، لدرجة أن أصبح الموت يشكل جزءا بل ضرورة من ضرورات الحياة لدى الكائن الحي، خصوصا أن أي اختلال أو شذوذ (إفراط أو نقص) في وتيرة أو سيرورة م.خ.م. وآليته يكون مسؤولا عن تطور حالا مرضية فتاكة كالسرطان والأيدز ومعوقات المناعة الذاتية (Auto-immunes) وأمراض الانحلال العصبي كمرض Parkinosn ومرض Alzheimer ومرض Creuztfeldt-Jakob ومرض Choré de Huntington ومرض التصلب الجانبي والضمور العضلي Sclérose laté-rale amyotrophique ou maladie de charcot...، ولا شك في أن الضبط الجيد والمعرفة العميقة والمتراكمة لآليات تنفيذ وتنظيم م.خ.م. وفهم آليته الجزيئية، ستسمح بتحديد أسباب ظهور هذه الأمراض، وبالتالي بلورة عدة إستراتيجيات علاجية نوعية[٢٧] ودقيقة، وأقل سمية من المستعملة حاليا، كما هو الشأن في مجال الأمراض الورمية، فلا غرابة إذن أن يشكل الموت الخلوي المبرمج حاليا موضوعا للعديد من الأبحاث العلمية الواعدة في مجال التقنيات الحيوية الحديثة.

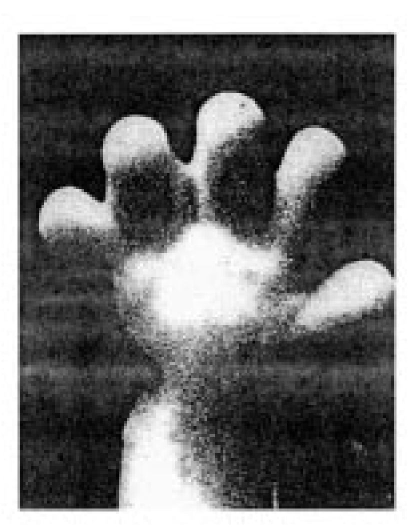


الشكل (١): دور الموت الخلوي المبرمج في تخصص وتموضع بنيات الجسم

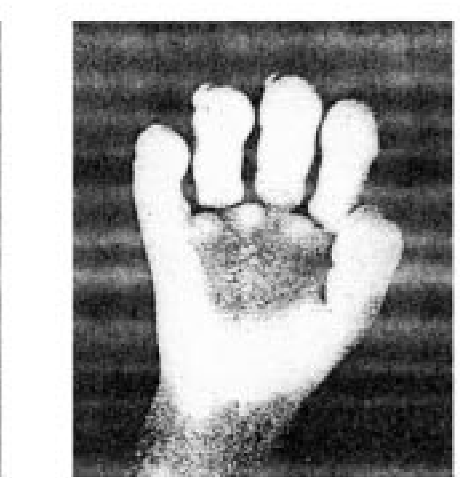
الشكل (٢): دور الـ م.خ.م. في تشكل الأصابع



١- في بداية النمو الجنيني، تكون نهاية أطراف الجسم مستويات مسطحة



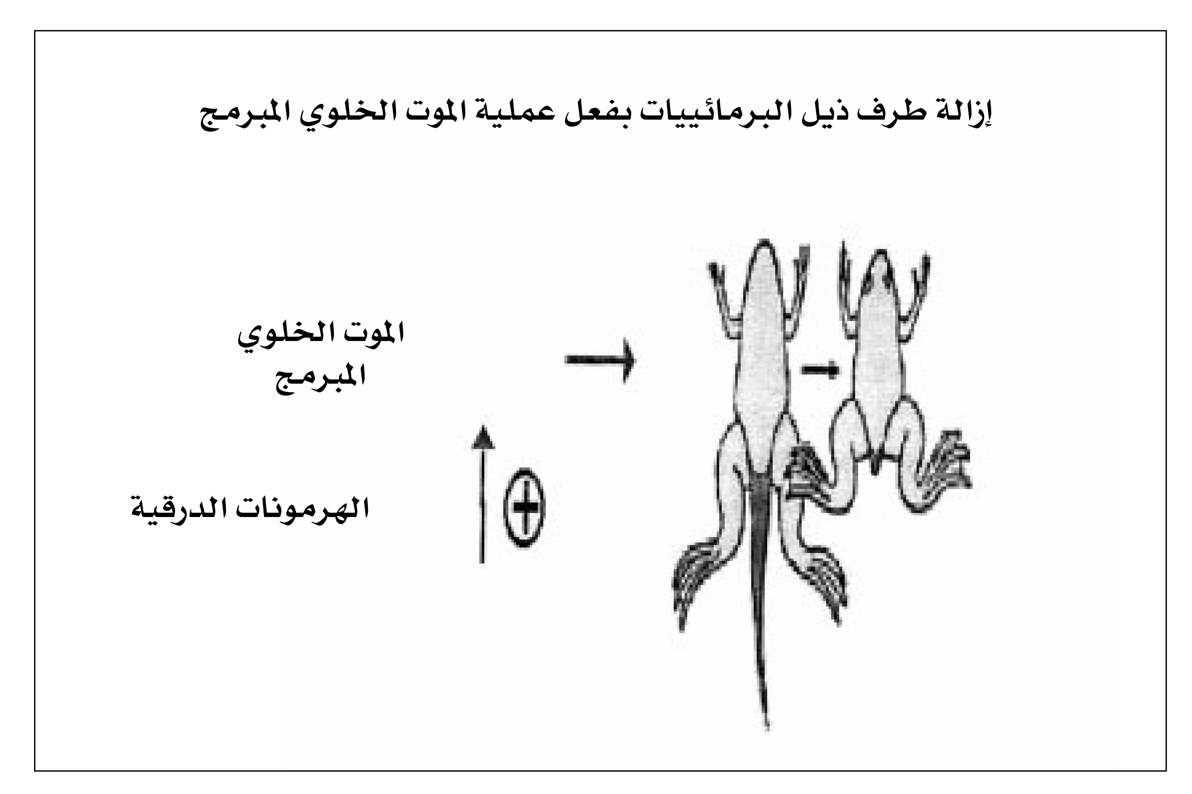
٢- بداخل هذه المستويات، تنمو عناصر غضروفية تشكل أصل الهيكل العظمي للأصابع، فتتدخل م.خ.م.



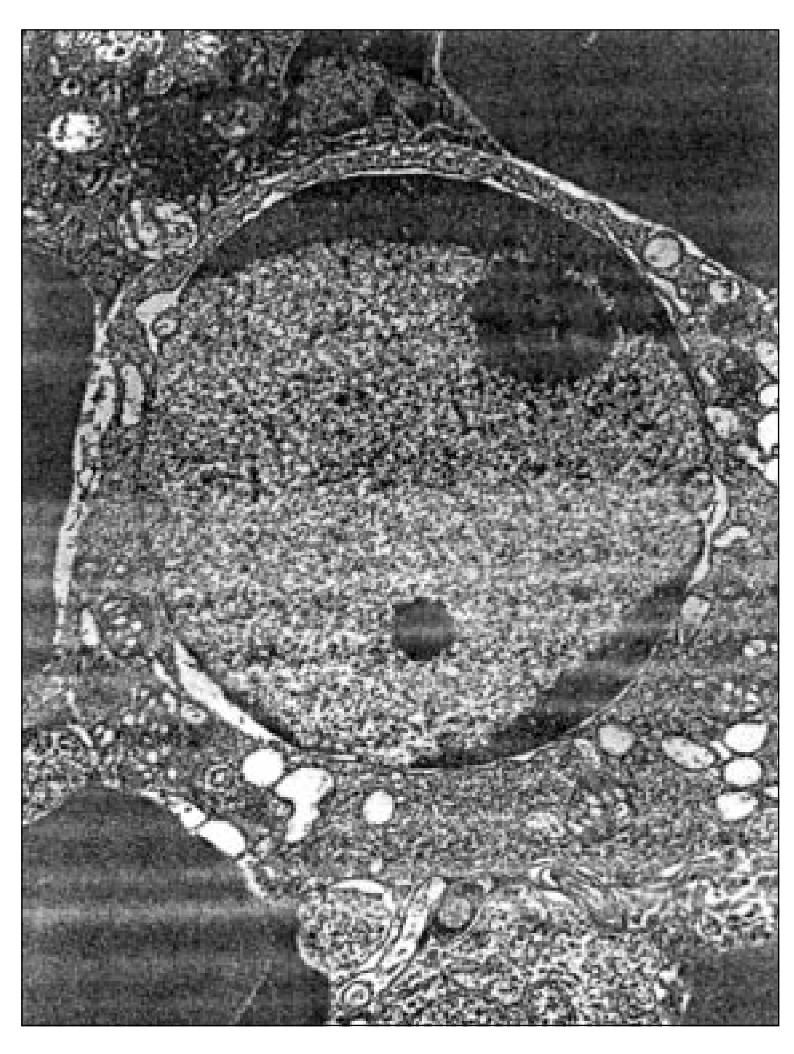
٣- يؤدي تدخل م.خ.م. على مستوى الخلايا المتموضعة بين العناصر الغضروفية إلى زوال أنسجة ما بين الأصابع (Mésenchime).



٤- تشكيل الأصابع المتدرج وتفريدها. (المرحلة النهائية)

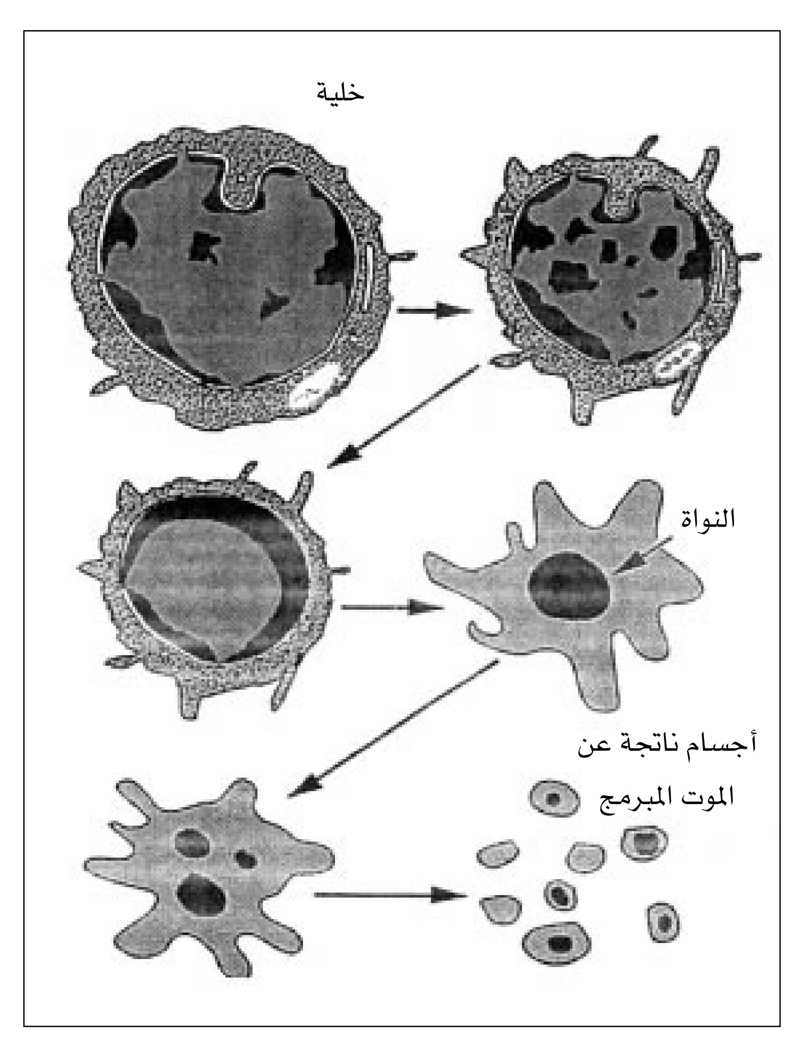


الشكل (٣): زوال البنيات عديمة الجدوى بالموت الخلوي المبرمج

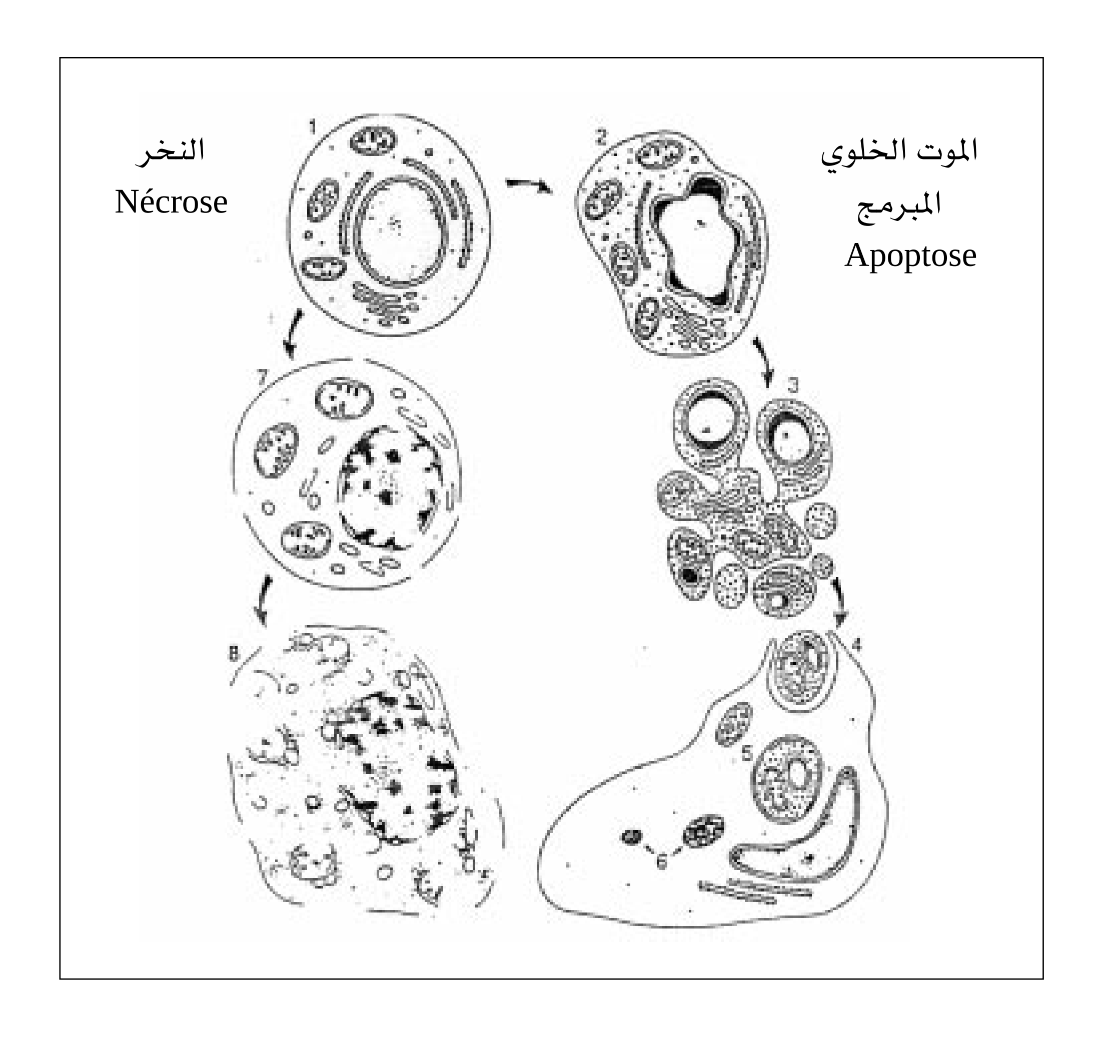


الشكل (٤): نواة خلية في بداية الموت الخلوي المبرمج

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006



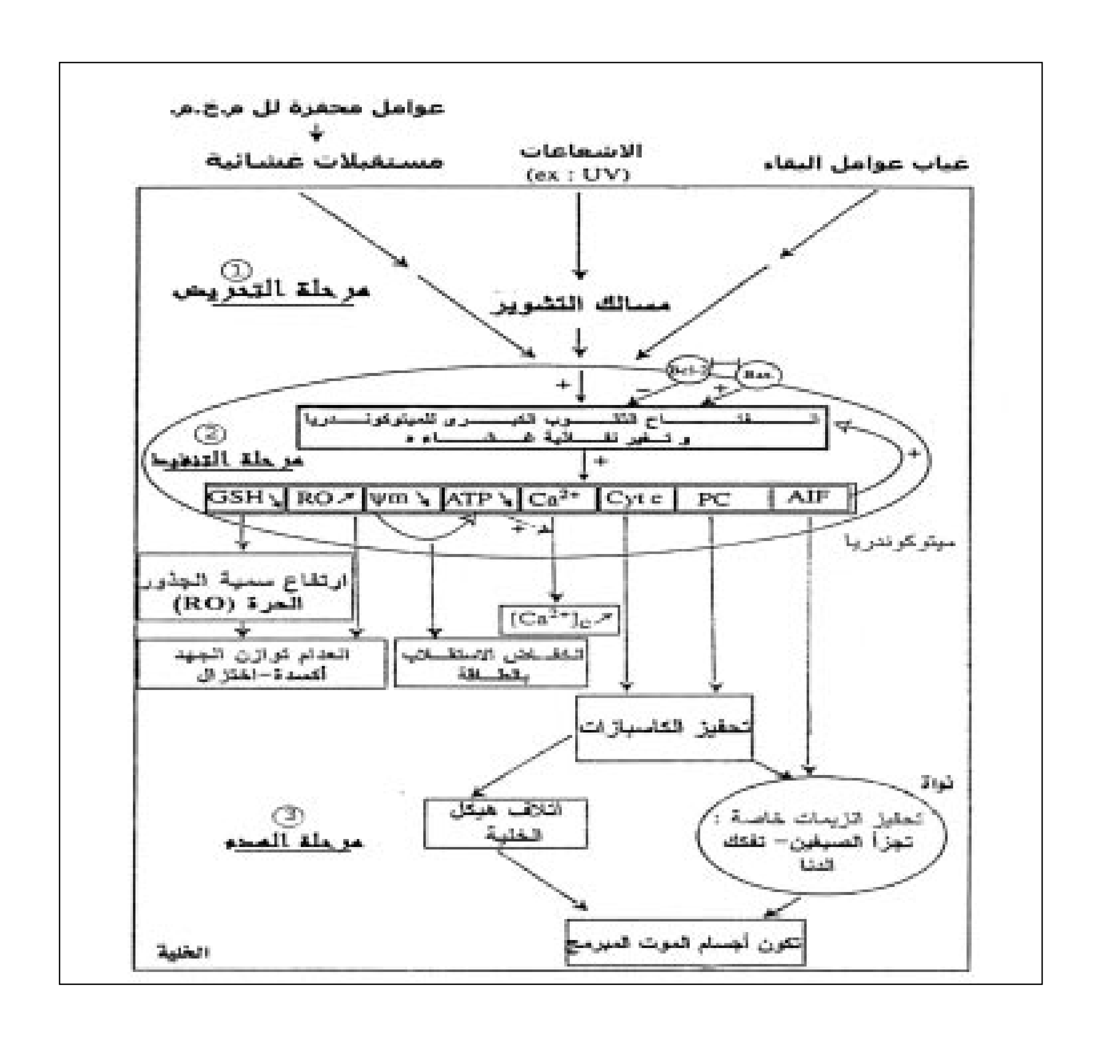
الشكل (٥): التغيرات المورفولوجية لخلية الموت المبرمج



الشكل (٦): التغيرات داخل بنيات الخلية التي تحدث خلال كل من الـ م.خ.م. والنخر

١- خلية عادية. ٢- انطلاق م.خ.م.: تركز الصبغين وتشكل كتل من الصبغين المكثف، بدء الجسم الخلوي في التقلص. ٣- تقدم م.خ.م.: تقلص الخلية وتفصص كل من الغشاء السيتوبلازمي والنووي، وأخيرا تكون عدة أجسام ناتجة عن م.خ.م.، كل منها يحتوي على بعض العضيات. من ٤ إلى ٦: بلعمة أجسام الموت المبرمج من طرف الخلايا المجاورة داخل الأنسجة. ٤- ثم تتلف داخل الليزوزومات ٥-٦ تخريب هذه الأجسام من دون حصول تفاعلات التهابية، أو خلل في بنية المحيط الخلوي. ٧- انطلاق النخر: تكثف الصبغين دون تغيير واضح في توزيعه وتشكل كتل من الصبغين المكثف غير المنظم ذي جوانب غير واضحة، وانتفاخ كل الأجزاء السيتوبلازمية انتفاخا ملحوظا. ظهور نقط كثيفة على ماتريكس الميتوكوندريا وبدء الغشاء الخلوي في التمزق. ٨- تقدم النخر: تفقد النواة والعضيات خصوصا الميتوكوندريات كموليتها البنيوية وبالتالي وظيفتها. تحافظ الخلايا الخاضعة للنخر - داخل الأنسجة - على مظهرها العام إلى أن تهضم من طرف البلعميات الوحيدة النواة التي تهاجر انطلاقا من الأوعية الصغيرة خلال التفاعل الالتهابي. فضلا عن إطلاق سيرورة الاستجابة الالتهابية، فإن النخر يفضي أيضا إلى الالتحام الليفي الذي يغير البنية الطبيعية للنسيج.

عالم الفكر
العدد 2 المجلد 35 أكتوبر - ديسمبر 2006



الشكل (٧): الآلية الجزيئية للموت الخلوي المبرمج [٢٨]

تركيز الكالسيوم السيتوبلازمي:

- بروتين محرض :Cytc سيتوكروم - $[Ca^{2+}]e$

للـ م.خ.م.: AIF

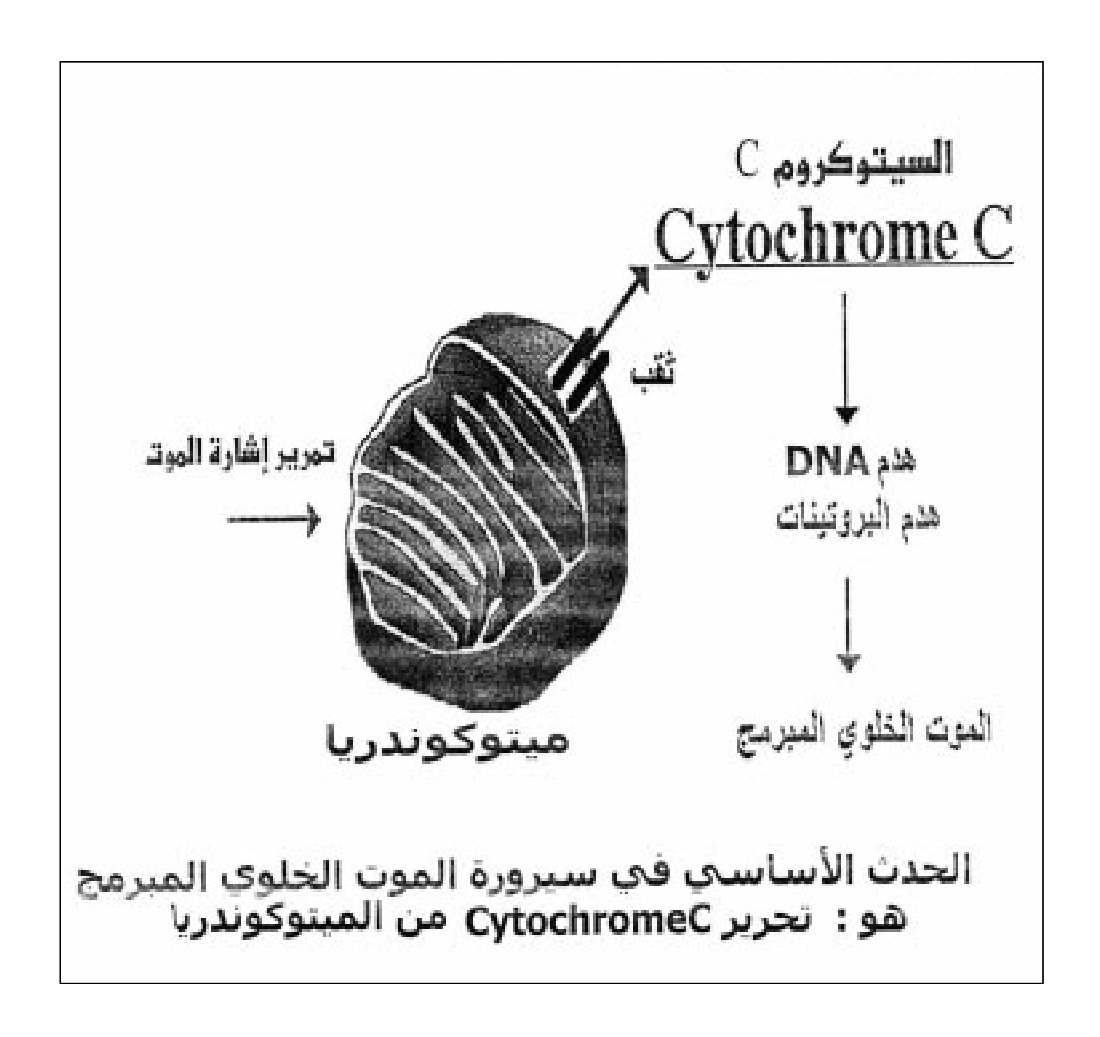
بادئ الكاسباز أو بروكاسباز:

PC - كليتاتيوم مختزل: GSH

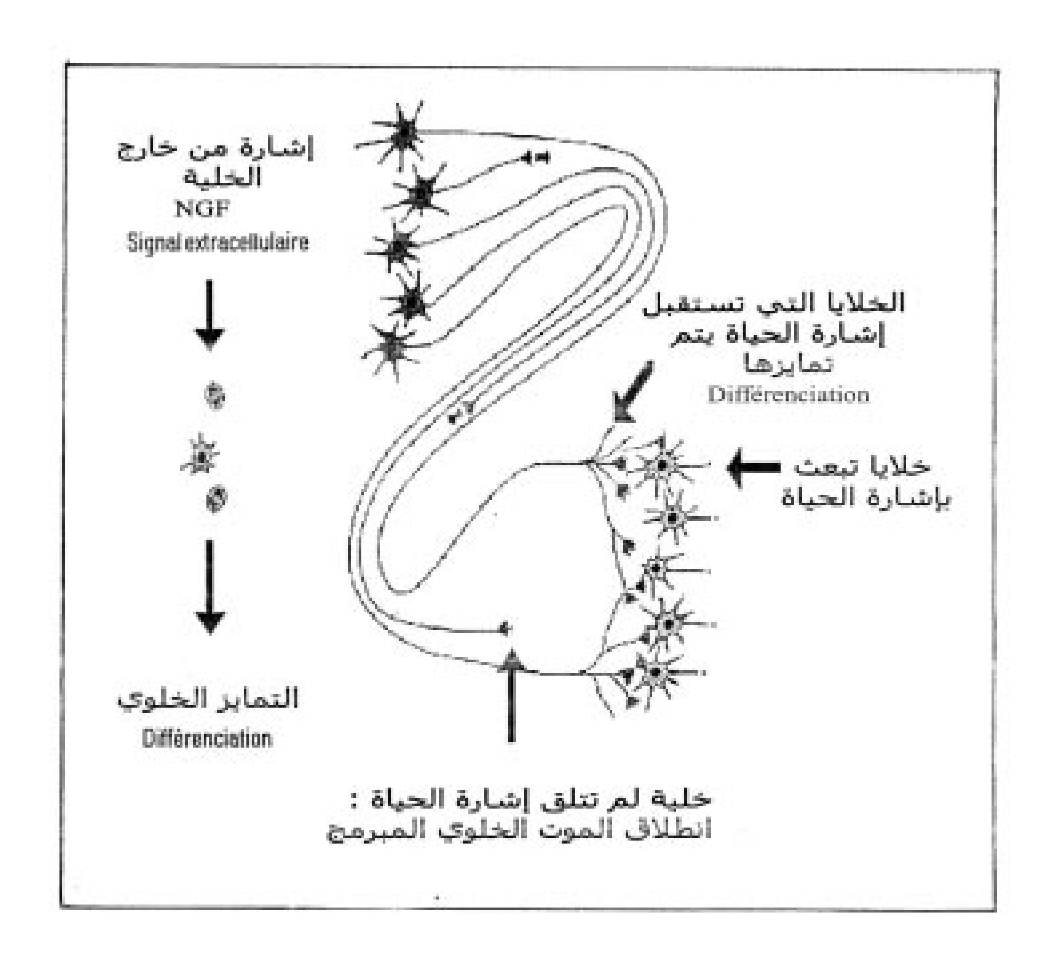
فوقبنفسجية:

RO - جذور حرة: UV

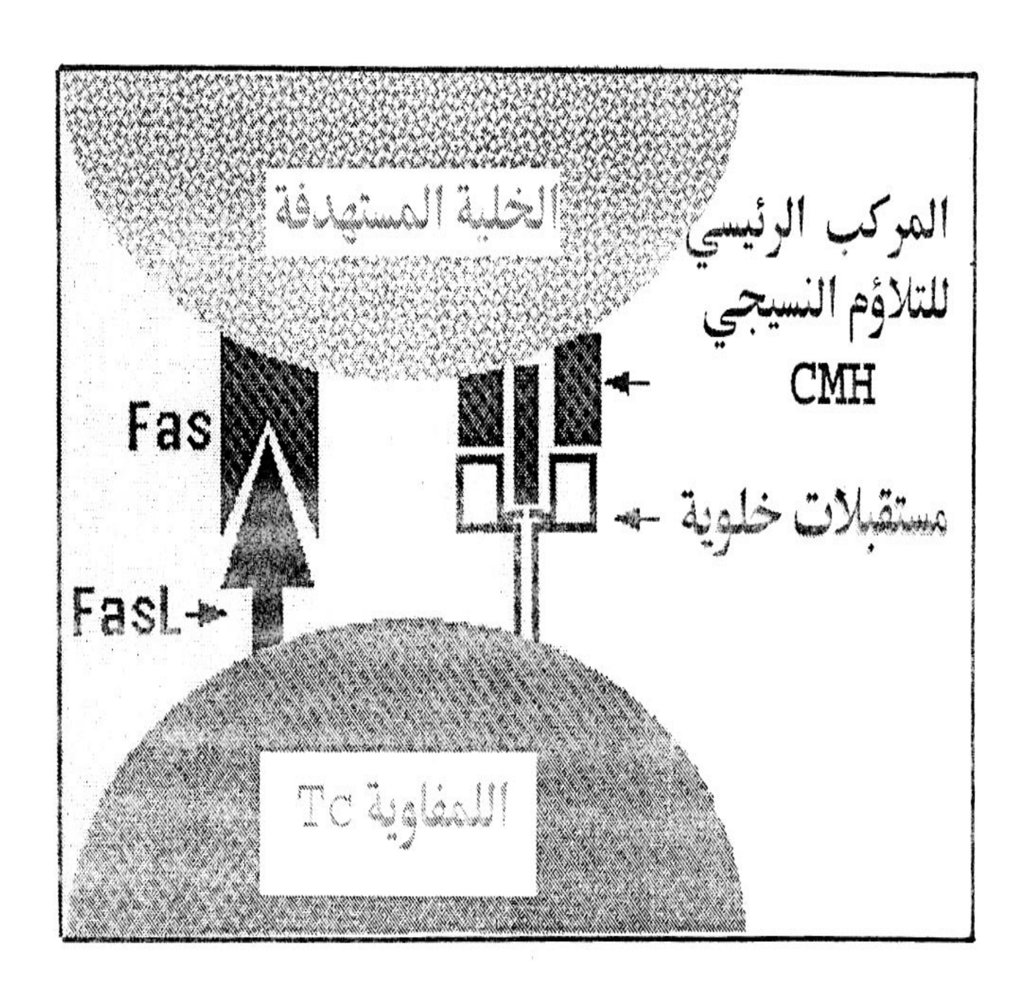
الجهد الكهروكيميائي للغشاء الداخلي للميتوكوندريا: ΨM



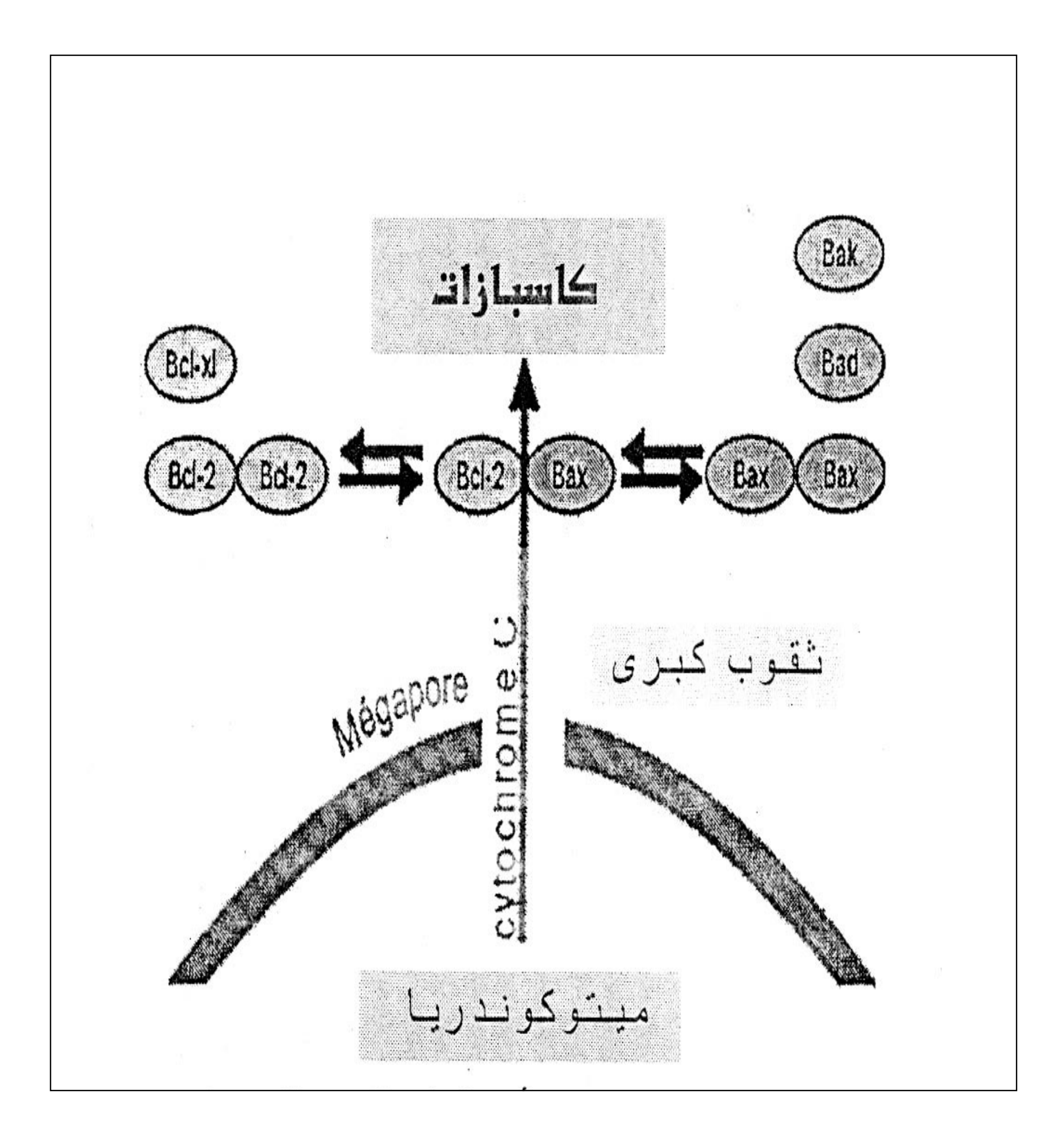
الشكل (٨)**: خروج** Cytochrome C



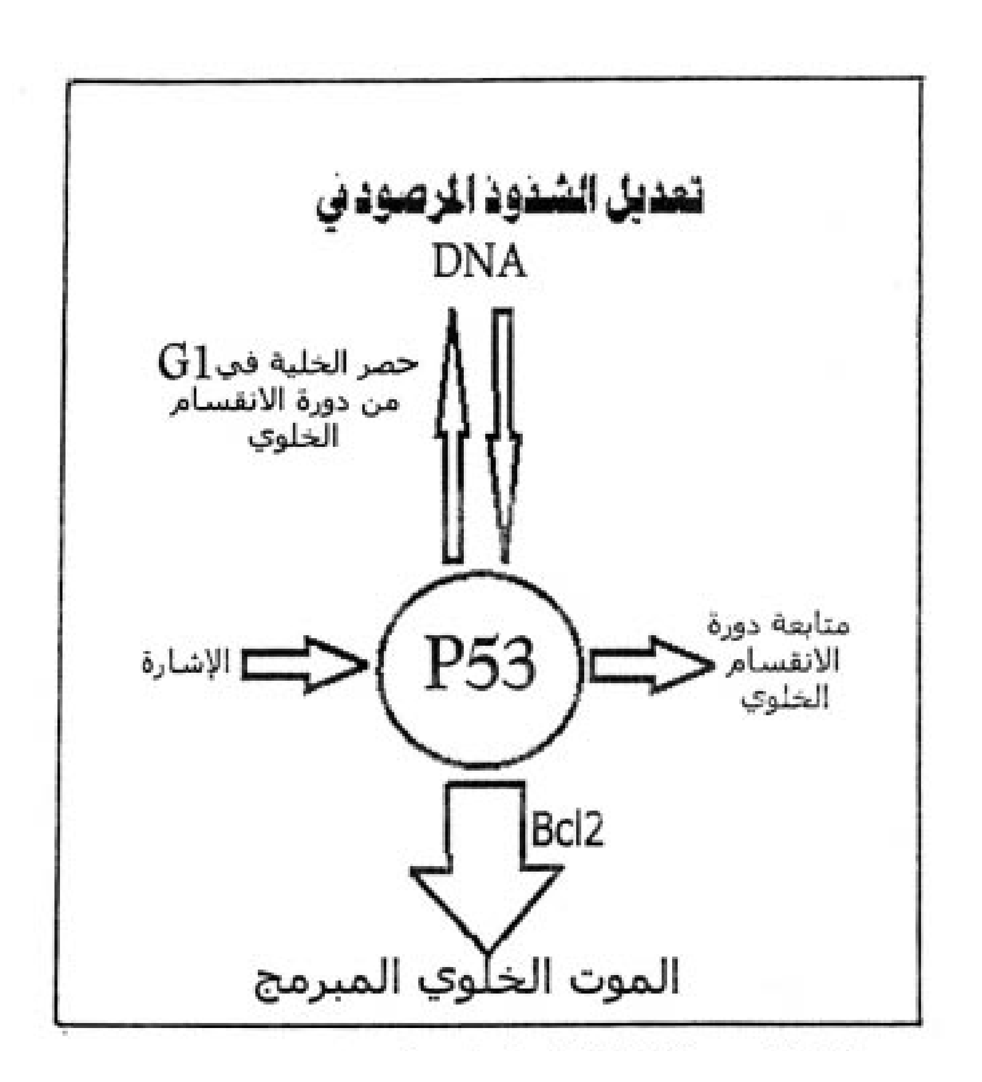
الشكل (٩): إشارة البقاء NGF



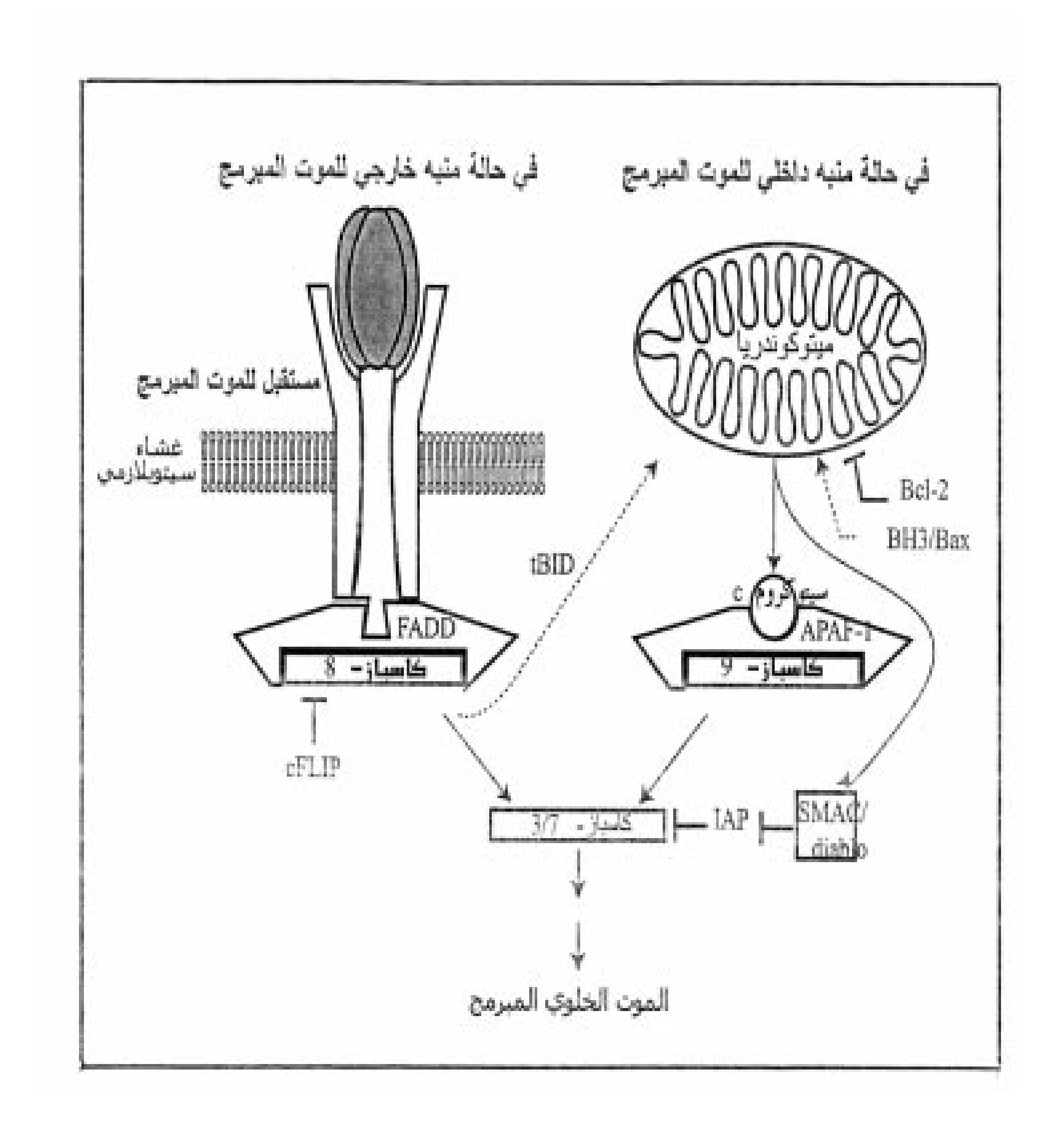
الشكل (١٠): Te وإنتاج FasL



الشكل (١١): Bcl2 وتأثيرها في الثقوب الكبرى للميتوكوندريا
(خروج السيتوكروم c أو عدمه)



الشكل (١٢): P53 الملاك الحارس للجينوم



الشكل (١٣): توضيح شامل للآلية الجزيئية للموت المبرمج

IAP: بروتين مانع للموت المبرمج (كبح الكاسباز ٣/٧).

Smac/Diablo: بروتين يراقب عمل IAP

cFLIP: بروتين مانع للموت المبرمج (كبح الكاسباز ٨).

APAF-1: عامل مساعد يعمل على تنشيط الكاسبازات.

Bcl2: بروتين كابح للموت المبرمج يمنع خروج السيتوكروم C

هوامش البحث :

1. AMEISEN Jean-claude, (1996), le Suiside des cellules, Pour la science, Nº 224, jui P.52-59.
2. Kerr, John F, Andrew H. Wyllie et A. R. Currie, (1972), "Apoptosis: un phénomène biologique de base avec des implications étendues dans la cinétique de tissu", journal britannique du Cancer 20, P. 239 - 257.
3. مات ريدلي (١٩٩٩)، الجينوم، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي، سلسلة عالم المعرفة، عدد ٢٧٥، نوفمبر ٠١، ص ٢٧٦ - ٢٨٠.
4. AMEISEN Jean-claude, (2001), Apologie du suicide cellulaire, La Recherche, Nº 338, janvier o1, P. 105 - 190.
5. Jean CLOS, Yves MULLER, (2001(, L'Apoptose, une mort cellulaire programmée, APBG, Nº2, 01, P. 307 - 314.
6. Ibid, P: 308.
7. AMEISEN Jean-claude, (2001), Apologie du suicide cellulaire, Op. Cit, P. 106.
8. AMEISEN (J.C) - (1999), La sculpture du vivant, Le suicide cellularie ou la mort créatrice, Edition du Seuil, Collection Science ouverte.
9. مات ريدلي (١٩٩٩)، الجينوم، مرجع سابق، ص ٢٧٩.
10. D.MONNIAUX, Béatrice Mandon-Pépin, P Monget, (1999), L'atrésie folliculaire, un gaspillage programmé, médecin/sciences. Nº2. vol 15. février 99, P.157 - 166.
11. Jean CLOS, Yves MULLER, (2001), L'Apoptose, Une mort Cellulaire programmée, Op. Cit, P. 307.
12. AMEISEN (j-c), (1996), Le Suicide des cellules Op. Cit, P. 58.
13. A.MIGNON,N.Rouquet, V. Joulin, (1998), Les caspases, les protéases à cystéine de l'apoptose, m/s, Nº1, vol.14 Janvier 89, P. 9 - 17.
14. E. JACOTOT, G Kroemer, I. Marzo. (1998), La mitochondrie, chef d' orchestre de la mort cellulaire, Biofutur, Nº 184, decembre 98, P. 22 - 25.
15. RICCI (J-H), (2000). Les mécanismes moléculaires de l'apoptose, INSRM, France. Thèse de doctorat non Imprimé. Université de Nice.
16. Jean CLOS, YVES MULLER, (2001), Op.cit, P. 315.
17. P.JUIN et F-M.VALLETTE, (2000), Modifications de la proméabilité membranaire mitochondriae au cours de l'apoptose..., médecine/sciences, Nº2. vol. 16. février, P. 261 et 262.
18. Ibid, P. 316.
19. A.MIGNON, N.Rouquet, V.Joulin, (1998), Les caspases, les protéases à cystéine de l'apoptose, Op. cit, P. 12.
20. AMEISEN (j-c), (1996), Le Suicide des cellules. Op. Cit, P.54.
21. S.GAUMER,I.Guenal, S.Brun, B. Mignotte, (2002), L'apoptose chez la drosophile, conservation et originalité médecine/sciences, Nº 8 - 9. vol. 18, aout-septembre 02, P: 875 - 880.
22. E.JACOTOT, G. Kroemer, I. Marzo. (1998). Ibid, P. 22.

23 B. MIGNOTTE, N. Zamzami, P.Petit, J-L. Vayssiére, G.Kroemer. (1998). Contrôle mitochondrial de l'apoptose.., médecine/sciences. N°1, vol. 14. janvier 98, P. 54 - 60.

24 T.SOUSSI. (2000), Cycle cellulaire et apoptose, le géne suppresseur de tumeur p53. médecine/sciences.N°4, vol.16 Avril 00, P. 469 - 472.

25 AMEISEN (j-c), (1996), Le suicide des cellules, Op.cit, P. 58.

26 A.COUZINET,Z. Herincs, A-O.Hueber, (2002), Régulation de la mort cellulaire programmée, Vers une conception plus dynamique. médecine/sciences. N° 8 - 9. vol 18. aout-septembre 02. P. 841 - 852.

27 Pierre.MAY, (1998), Apoptose: Perspectives et promesses. médecine/sciences. N°1 vol.14. janvier 98. P. 6 - 8.

28 Jean CLOS YVES MULLER, (2001), L'Apoptose, une mort cellulaire programmée, Op. Cit. P. 315.